

ArtLiftControl

интеллектуальный программно-технический комплекс для
автоматизации технологических процессов в области добычи и
транспорта нефти

Cross-Automation, ltd

2015 г.

Иерархия информационных уровней ВИИС

Уровень АСУ (ERP/ EAM):

- Управление трудовыми ресурсами.
- Финансовый менеджмент и управление материальными ресурсами предприятия.
- Оптимальное управление физическими активами и режимами их работы.
- Управление рисками и расходами на протяжении всего жизненного цикла актива.
- Стратегическое планирование.
- Проектирование, контроль и анализ разработки актива (Total Production Management System).



Уровень АСУ (MES / APC):

- Технологический менеджмент (Подбор оборудования, ГТМ, анализ отказов, осложнений).
- Энерго-менеджмент.
- Контроль и управление работой технологического персонала.
- Управление ремонтами и др. сервисными операциями.
- Управление комплектацией.
- Консолидация и унификация отчетных данных.

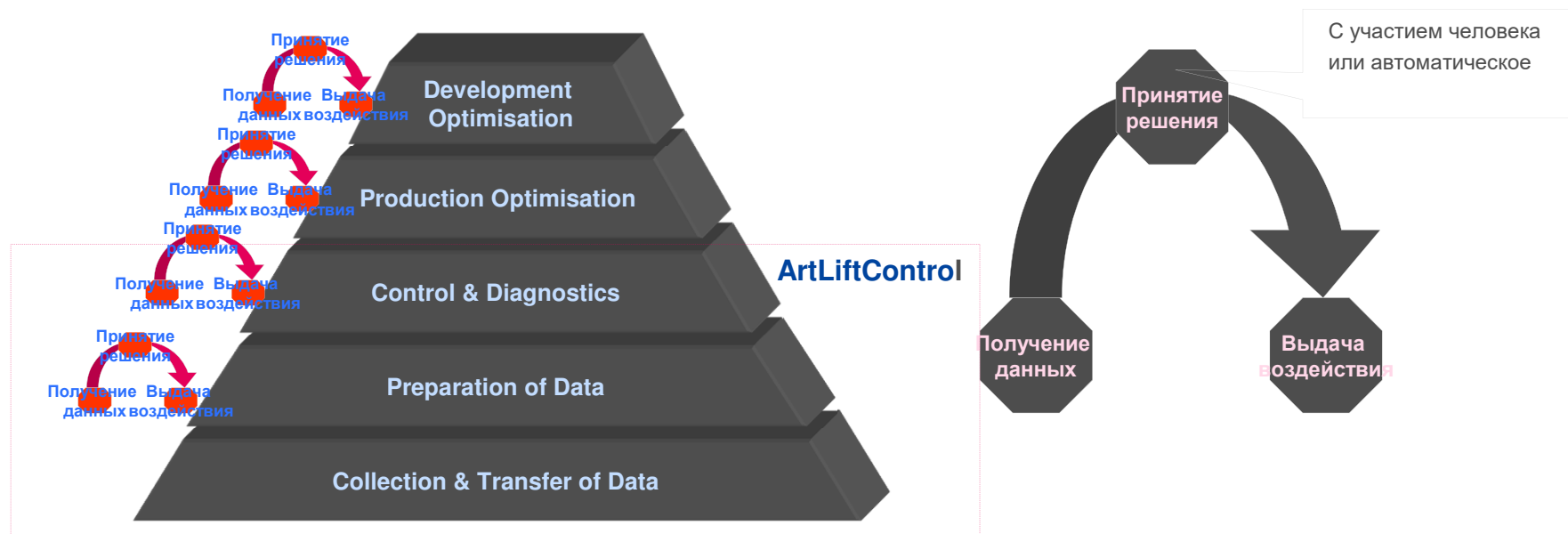


Уровень АСУ ТП (SCADA):

- Сбор первичных данных (автоматически измеряемых и вводимых персоналом).
- Консолидация данных из различных подсистем.
- Проверка достоверности. Первичная обработка – масштабирование, приведение (унификация).
- Вычисление параметров в соответствии с расчетными моделями.
- Реализация защитных и оптимизирующих алгоритмов в реальном времени.
- Выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы и агрегаты.

Назначение и информационно-организационная структура

ПТК ArtLiftControl служит для обеспечения оптимального ресурсосберегающего управления оборудованием на различных эксплуатационных режимах путём мониторинга параметров его работы при помощи встроенных средств телеметрии и адаптивного регулирования производительности насосного оборудования.



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.

Структура комплекса

ArtLiftControl представляет собой специализированный программно-аппаратный комплекс, выстроенный по иерархическому принципу.

Все оборудование, входящее в состав ИТК, сертифицировано и имеет соответствующее климатическое исполнение.

Оборудование включает в себя технологическую обвязку, кабельные и модемные сигнальные линии, средства связи, контроллеры, серверы.

На нижнем уровне к ИТК подключается технологическое оборудование, датчики, насосные установки а также любое другое оборудование.

Программное обеспечение ИТК состоит из ПО нижнего уровня контролируемого пункта КП, серверного ПО и ПО клиентских мест (АРМ).

Серверное ПО обеспечивает обмен данными со смежными системами – системой телемеханики, информационными системами управленческо-технологического уровня.

ArtLiftControl использует для передачи данных между центральным сервером и контролируемыми пунктами имеющиеся на объекте каналы связи – FM-каналы аналоговые и цифровые, RadioEthernet, GPRS, WiFi, ZigBee.

Клиентские рабочие места устанавливаются в технологической службе предприятия.

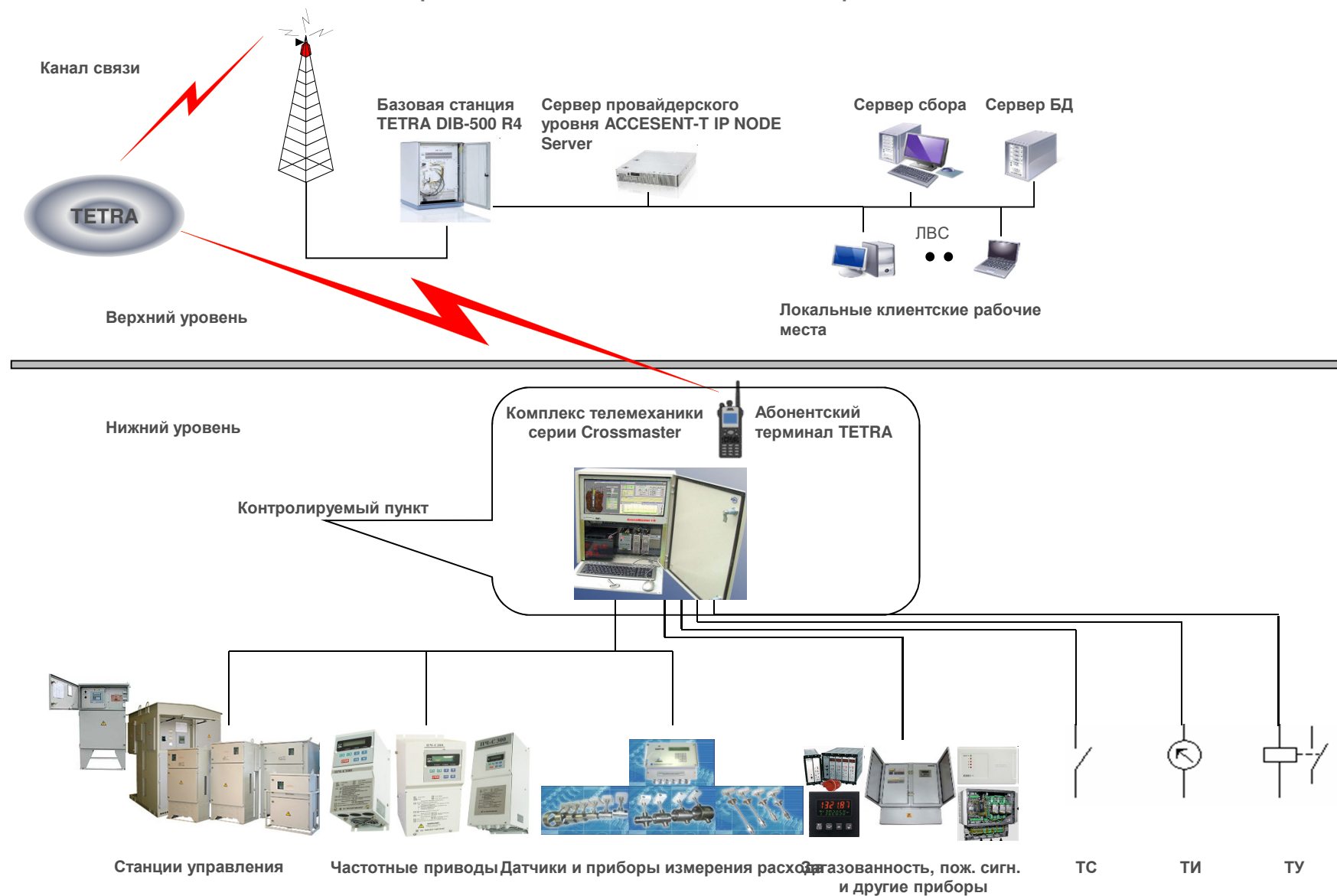
Адаптация ArtLiftControl под требования конкретного объекта.

Реализация системы мониторинга и управления на базе ArtLiftControl на конкретном технологическом объекте может существенно варьироваться в зависимости от требований Заказчика и имеющихся условий:

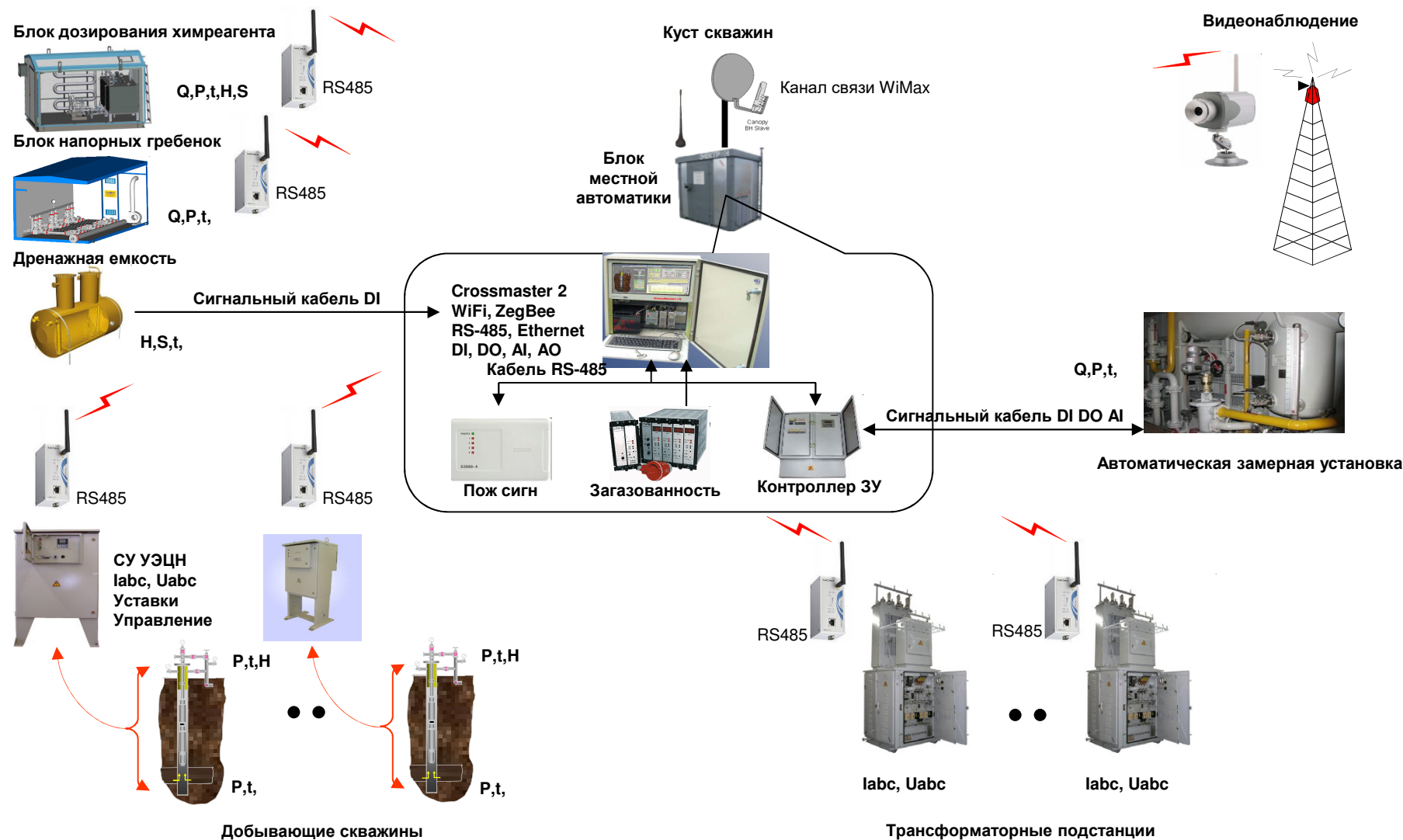
- Технические возможности программно-технических средств, уже существующих на объекте:
 - Существующие средства телемеханики и автоматики;
 - применяемые системы хранения данных;
 - имеющиеся или реконструируемые каналы связи;
 - прочие условия.
- Требуемая скорость реакции компонентов системы.
- Протяженность и пропускная способность каналов связи, задействованных в решении задачи (подзадачи).
- Сопоставление конечных рисков с комплексным уровнем надежности, обеспечиваемых конкретным уровнем системы.
- Требуемый уровень консолидации данных для решения сложных расчетных или аналитических задач.
- Квалификация специалистов, участвующих в эксплуатации и обслуживании комплекса.
- Степень интеграции в информационные системы верхнего уровня.

ArtLiftControl на конкретном объекте проектируется, комплектуется и настраивается с учетом данных особенностей.

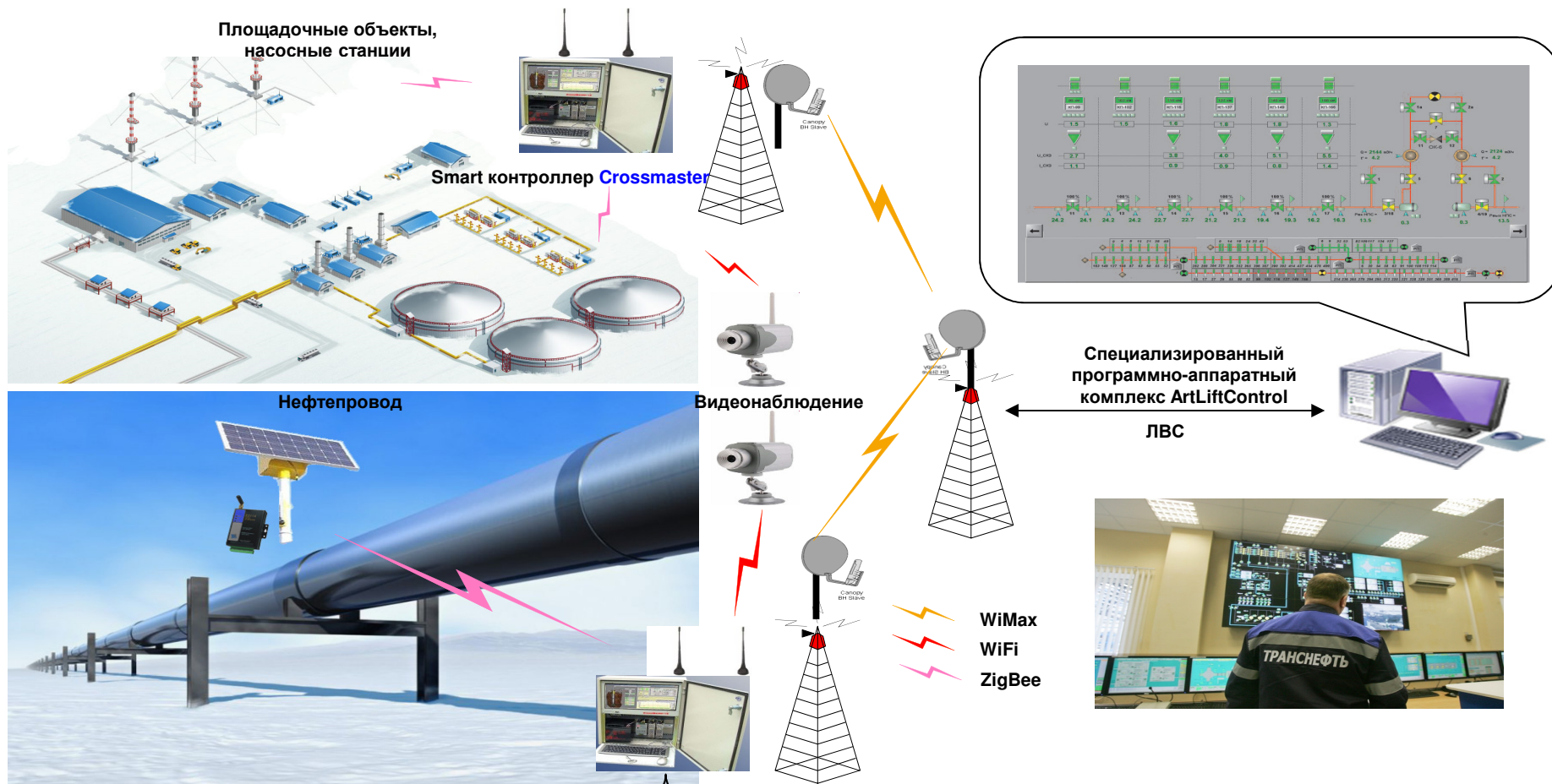
Схема АСУ ТП с использованием существующей на объекте системы транкинговой связи в стандарте TETRA



Беспроводная связь в нефтедобыче на кустовой площадке использование технологии WiFi



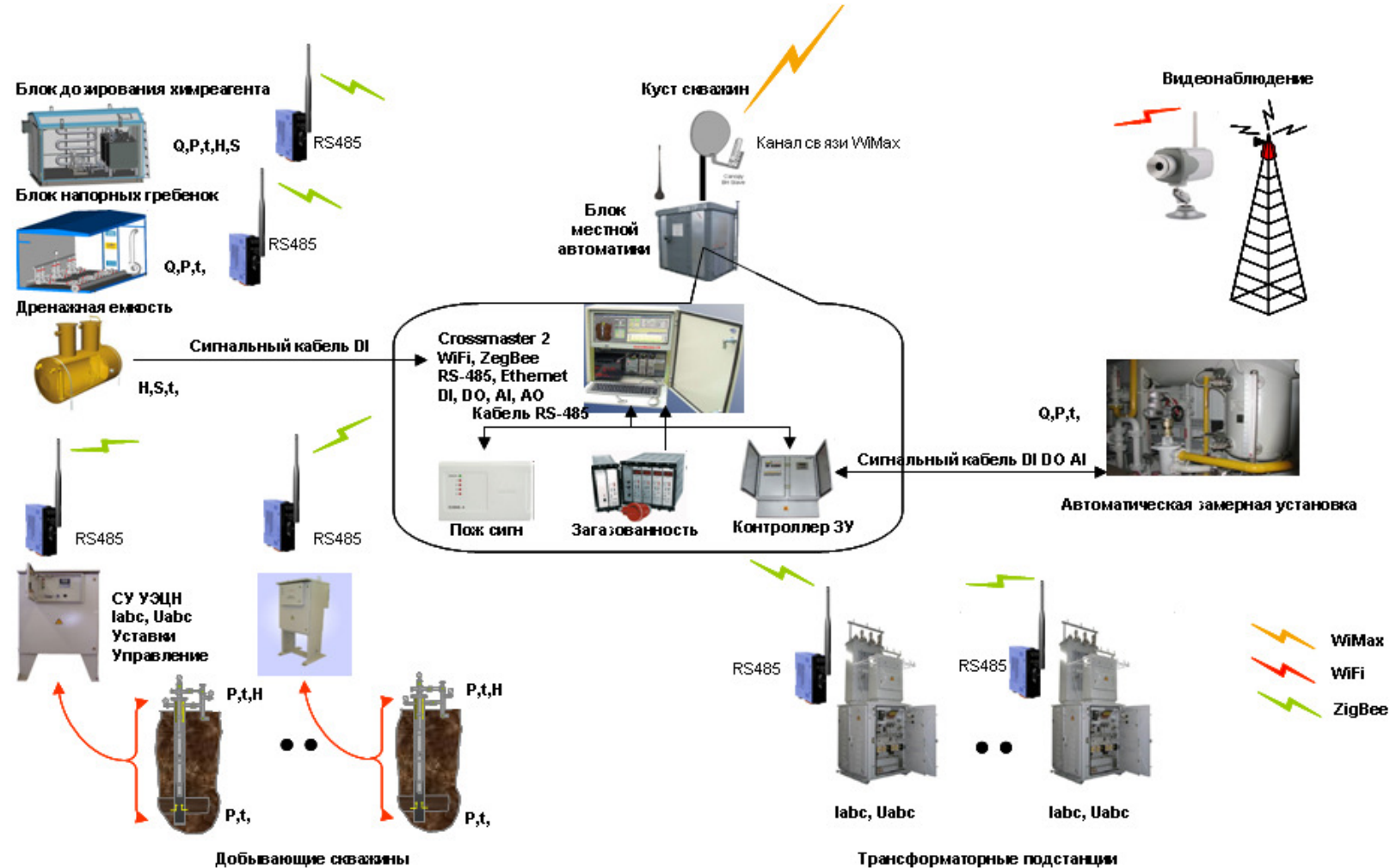
Концепция использования беспроводных технологий на объектах Транснефти



Smart контроллер Crossmaster сбор параметров, обработка, интеллектуальное управление



Концепция использования беспроводных технологий на объектах Транснефти



Особенностью технологии ZigBee является малое энергопотребление аппаратной части и ее низкая стоимость. С помощью данной технологии можно организовать MASH сеть и передавать сигналы на значительные расстояния. Технология ZigBee позволяет строить RTLS – систему позиционирования в реальном времени, обеспечивающая идентификацию, определение координат, отображение на плане местонахождения контролируемых объектов в пределах территории, охваченной необходимой инфраструктурой.

Контролируемый субъект оснащается компактной RFID-меткой для контроля доступа на любой объект. По данным меткам можно активировать видеокамеры и передавать видеоряд в диспетчерскую РИТС. Многие современные датчики и приборы оснащаются модулями ZigBee.

Комплекс телемеханики серии Crossmaster

В качестве базового аппаратного обеспечения ArtLiftControl используются интеллектуальные кустовые контроллеры Crossmaster 1.0, 2.0

Контроллеры предназначены для построения многоуровневых иерархических автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), а также управления работой и контроля технологических параметров нефтяных скважин.

Производство освоено в 2006 году. Сертификат соответствия № РОСС RU.МЕ72.Н00996 от 25.11.2011 г.

Успешно эксплуатируются с 2006 без существенных неисправностей.

IBM совместимые и свободно программируемые, позволяют размещать сколь угодно сложные интеллектуальные алгоритмы управления.

Контроллеры осуществляют:

сбор и первичную обработку информации, специальную обработку информации (сжатие интеллектуальное прореживание), управление приводами (по заданному режиму), защиты, блокировки, авторегулирование, функционально-групповое управление, формирование мгновенной базы данных сигналов.

ПО контроллеров работает относительно самостоятельно и независимо от ПО компьютеров верхнего уровня. В связи с этим, при отключении верхнего уровня контроллеры осуществляют полное управление технологическим объектом в объеме, достаточном для безаварийной работы оборудования. Аппаратная конфигурация контроллеров полностью покрывает имеющиеся потребности и предоставляет резерв для будущих расширений системы.



Комплекс телемеханики серии Crossmaster



Комплекс состоит из:

- блока бесперебойного питания на базе преобразователей AC/DC и аккумуляторной батареи 12В (более 3-х часов непрерывной работы при отключении питания);
- блока процессорного IBM совместимого;
- модуля цифрового преобразователя USB-RS485/422/232;
- модуля GSM (gprs);
- радиоудлинителя RS-485;
- шлюза (модема) V.23 радиостанции;
- сенсорного экрана (в зависимости от исполнения);
- модулей расширения ТС, ТИ, ТУ на базе ADAM серии 4000 (в зависимости от исполнения);

Программное обеспечение Crossmaster состоит из:

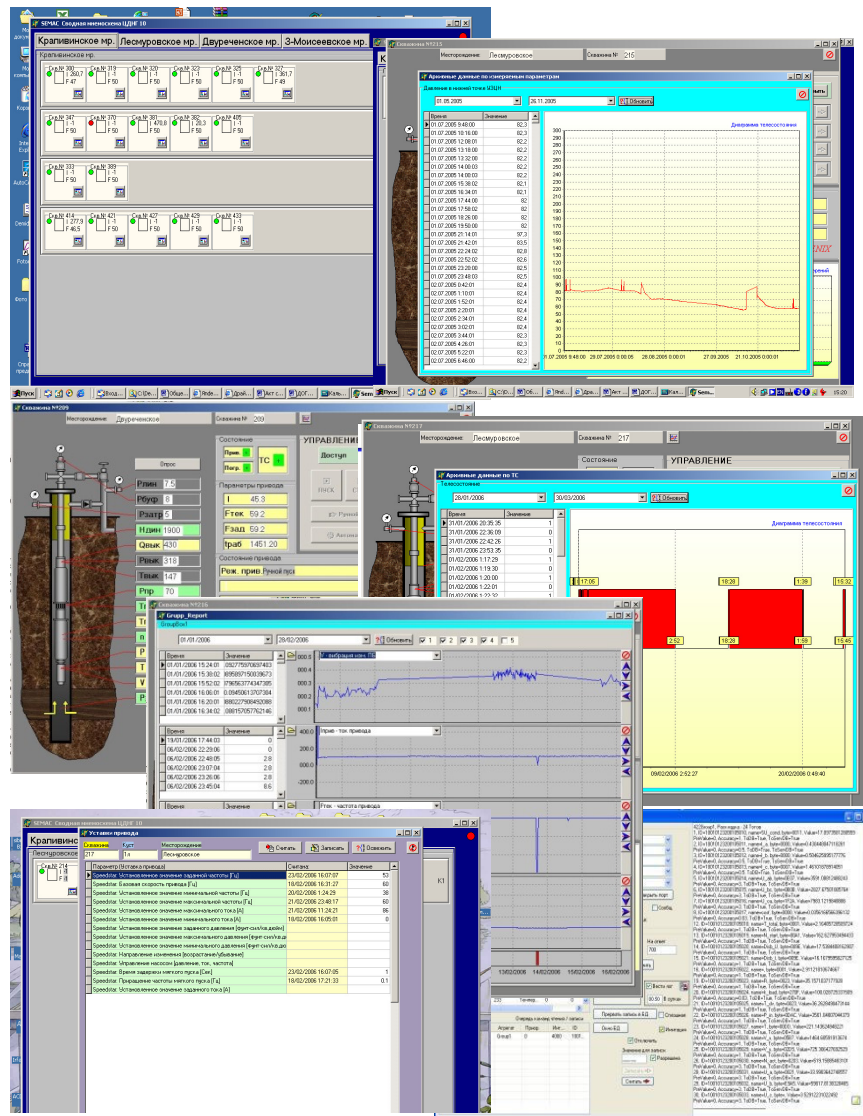
Системного ПО:

- ПО операционной системы Windows Embedded;
- ПО сервера БД.

Прикладного ПО SEMAC_CP.

Комплекс Crossmaster поддерживает следующие каналы связи: TETRA, Ethernet, GSM, GPRS, EDGE, 3G, CDMA, VSAT, Global Star, Wi Fi, Wi Max, ZigBee, BreezeACCESS, Motorola Canopy, FM радиоканал и др.

Программное обеспечение



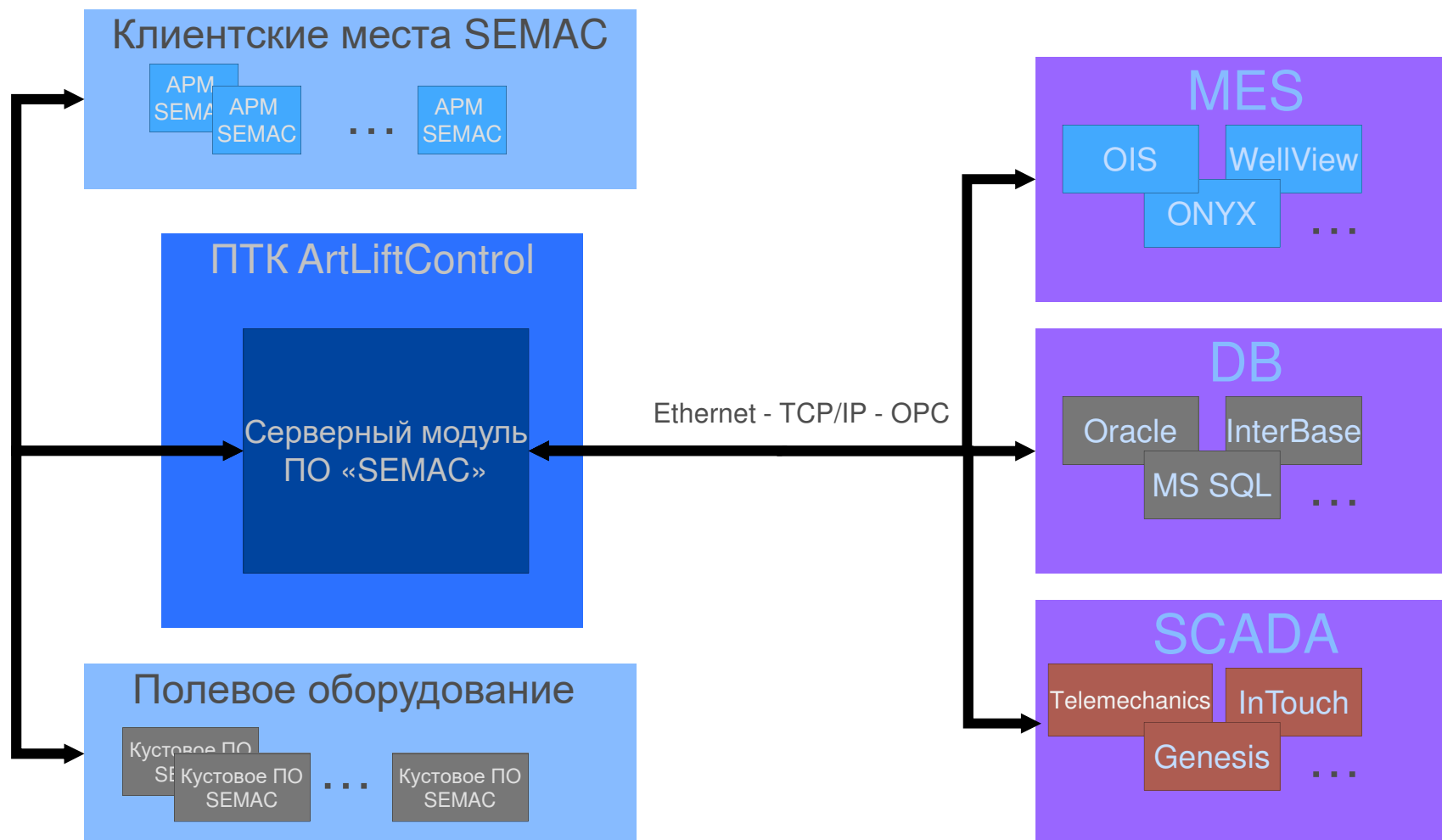
Программное обеспечение ArtLiftControl базируется на программном комплексе SEMAC разработки ООО «Кросс-автоматика». ПО SEMAC представляет собой набор специализированных программных модулей нижнего (кустового), центрального (серверного) и верхнего (клиентского) уровней.

Обеспечивается:

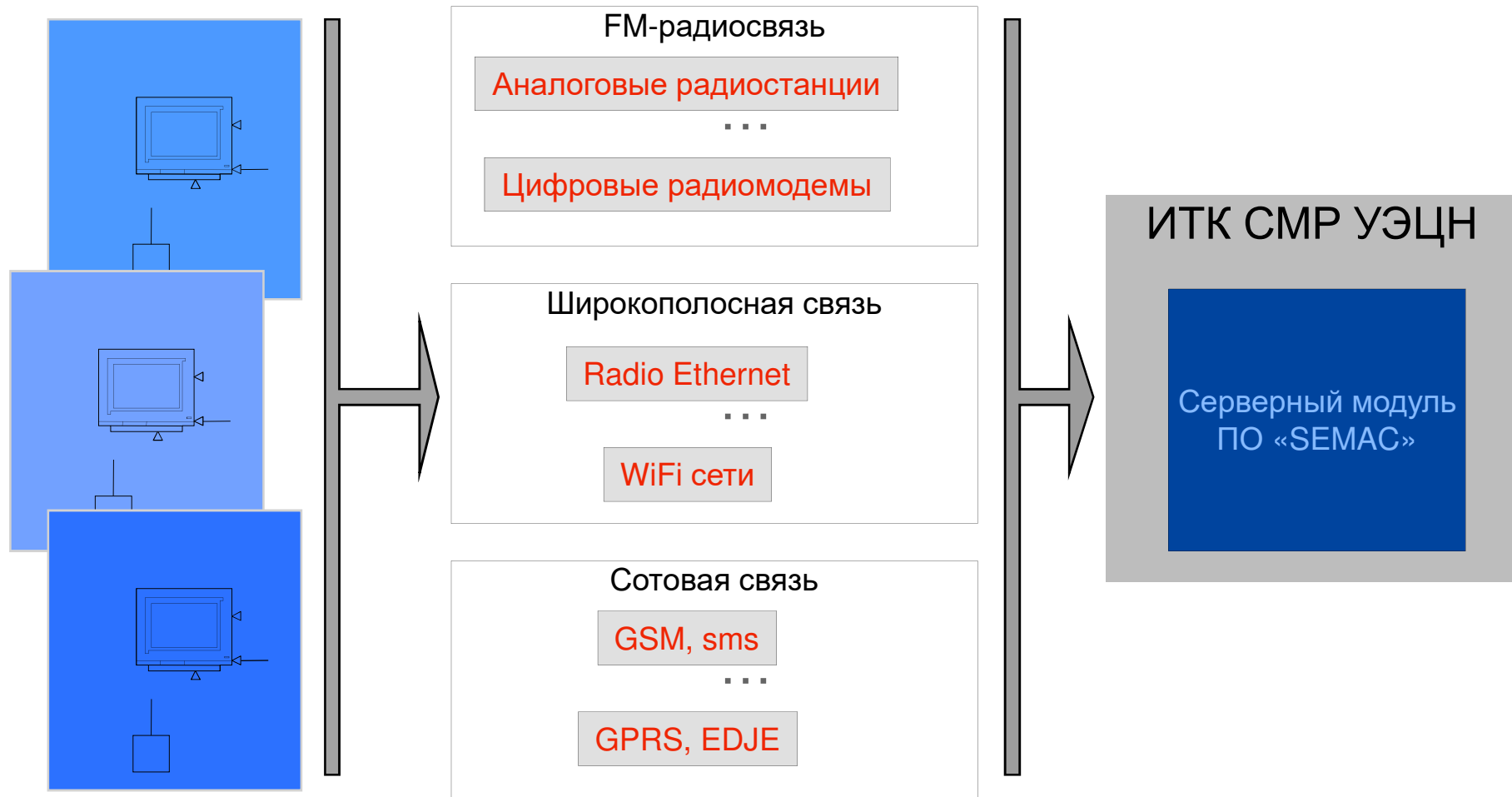
- Наглядная визуализация:
 - Обобщенная и детализированная информация на мнемосхемах
 - Быстрый и удобный просмотр архивов, трендов в табличном и графическом виде
 - Аналитические и диагностические функции
 - Управляющие воздействия с экранных форм
- Гибкая и удобная конфигурация
 - Хранение конфигурации 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

Совместимость

Обеспечивается сопряжение с различными видами информационных систем как нижнего так и верхнего уровней, базами данных, оборудованием.

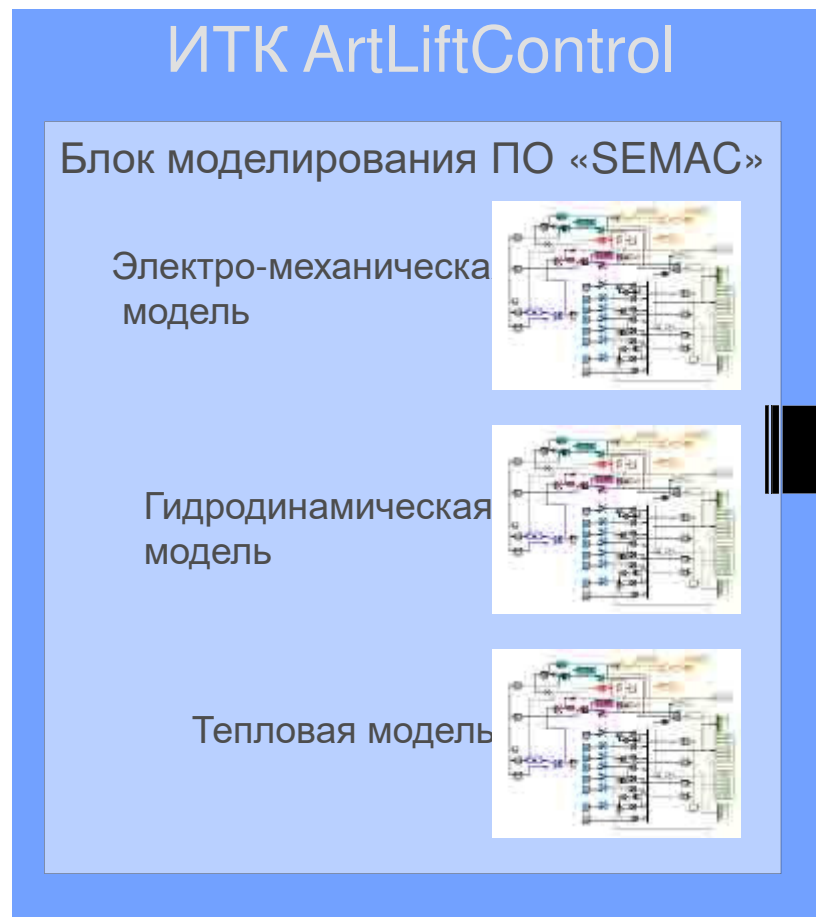


Совместимость с различными видами связи



Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

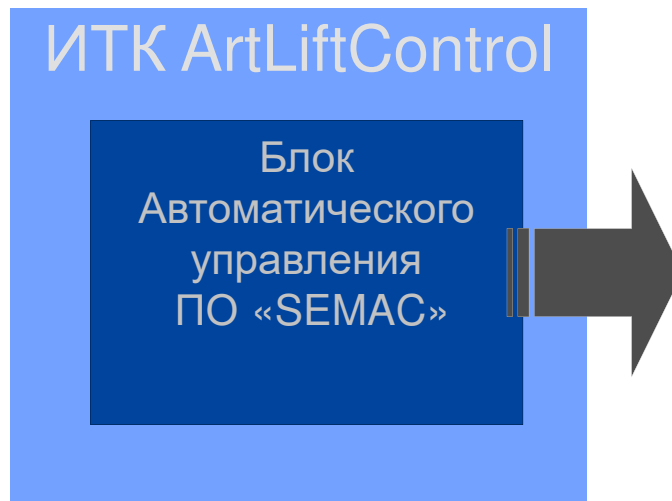
Встроенное моделирование



- Определение расчетных параметров работы скважины
- Контроль, дополнение и коррекция замерной установки (индикатор мгновенного дебита)
- Выбор оптимальных режимов эксплуатации скважин
- Контроль исправности и правильности подбора наземного оборудования
- Диагностирование неисправных состояний

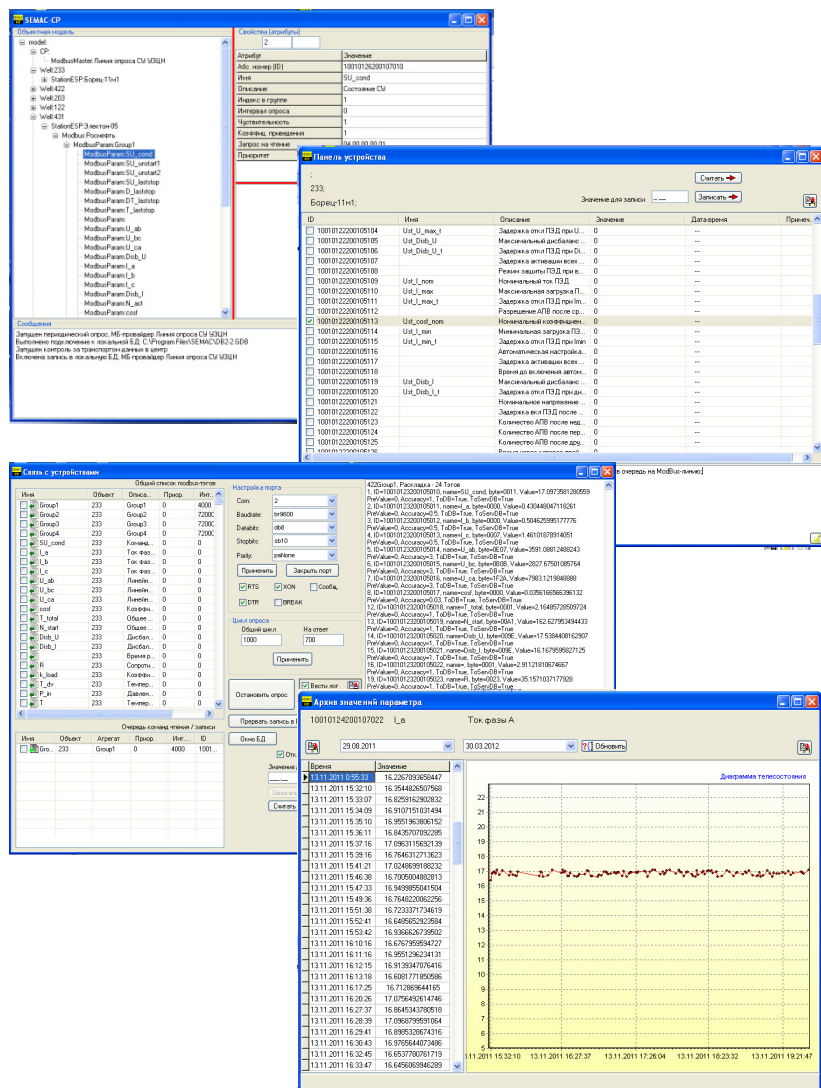
Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Автоматическое управление



- Дистанционное задание уставок в СУ УЭЦН, управление частотой ПЭД
- Автоматическая коррекция настроек СУ УЭЦН (смена уставок) в зависимости от изменений эксплуатационного режима.
- Вывод скважин на режим
- Поддержание заданных забойных давлений
- Поддержание заданных отборов жидкости
- Вычисление и поддержание максимально возможных отборов жидкости - автоадаптация к пластовым условиям (в отработке)
- Контроль и автоматическая настройка режимов АПВ для скважин раб. в циклическом режиме (в отработке)
- Управление по экономическим критериям

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче SEMAC-CP - Приложения кустового уровня ИТК ArtLiftControl

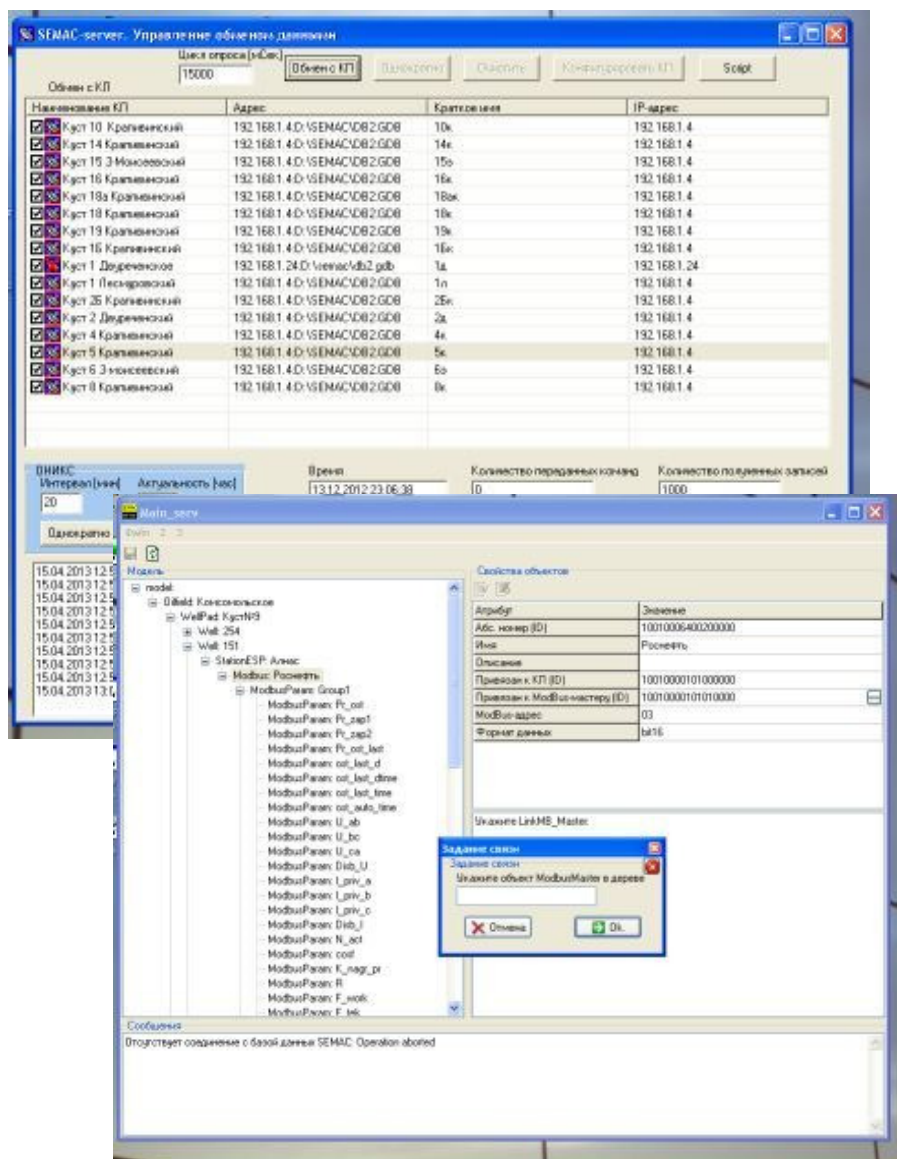


Кустовое программное обеспечение SEMAC-CP обеспечивает работу с оконечными устройствами системы мониторинга – сбор данных, предварительную обработку, выдачу управляющих воздействий.

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.

SEMAC-serv - Приложения центрального уровня ИТК ArtLiftControl



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

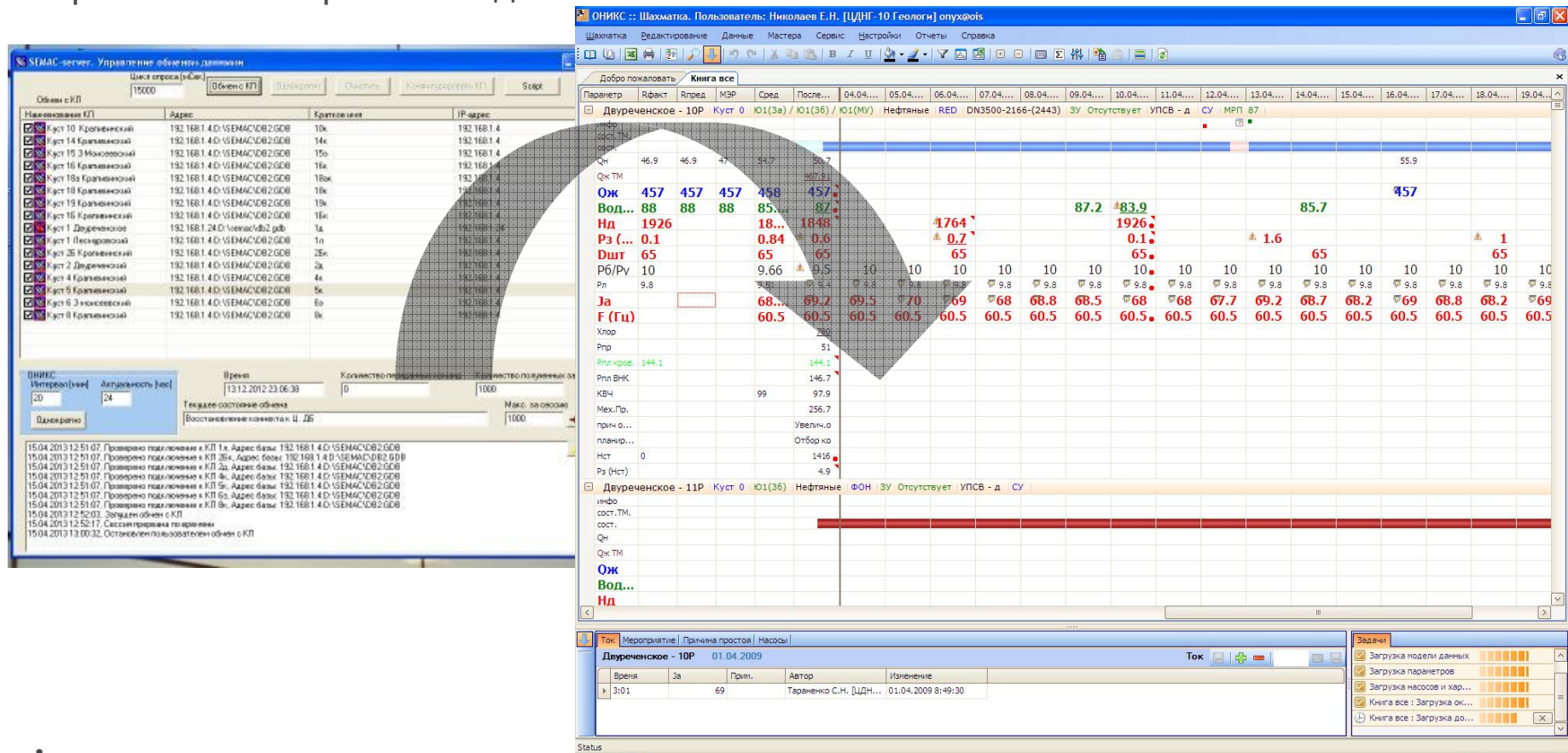
Серверное ПО обеспечивает инвариантность по отношению к аппаратной реализации, обеспечивает стыковку со смежными информационными системами (SCADA системами, в частности Телескоп+, ИС верхнего уровня, в частности ПК «ОНИКС»).

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

SEMAC-serv - экспорт данных в смежные системы

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Серверное программное обеспечение ПТК ArtLiftControl стыкуется со смежными информационными системами (SCADA системами, в частности Телескоп+, ИС верхнего уровня, в частности ПК «ОНИКС»). Это обеспечивает непрерывную актуализацию технологических данных для широкого круга пользователей и делает возможным организацию единой информационно – управляющей вертикали в области контроля механизированной добычи.

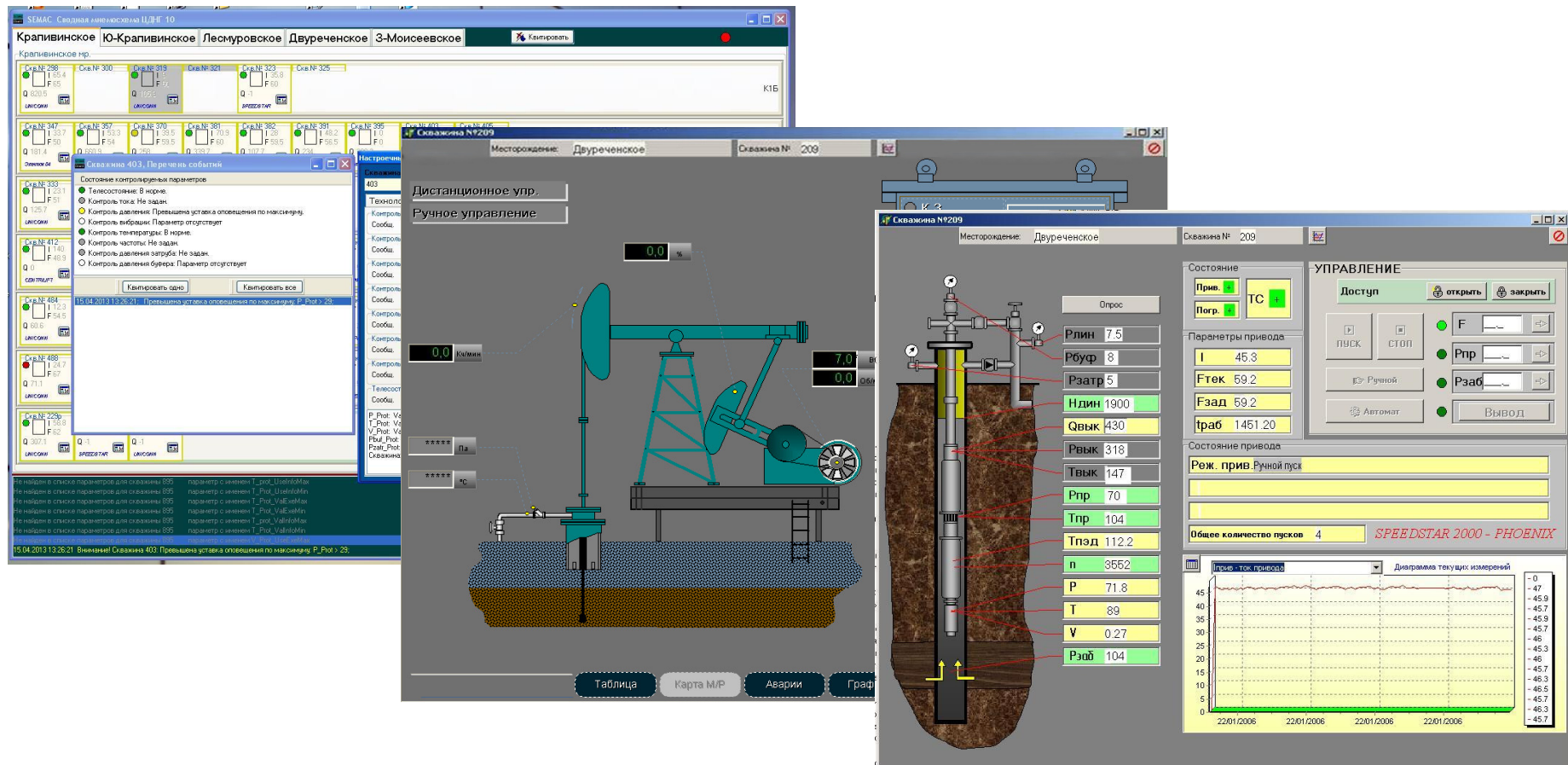


АРМ SEMAC - Приложения клиентского уровня ИТК ArtLiftControl

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Клиентские АРМ рассчитаны на быструю и удобную работу персонала, имеют максимально сжатый и интуитивно понятный интерфейс.

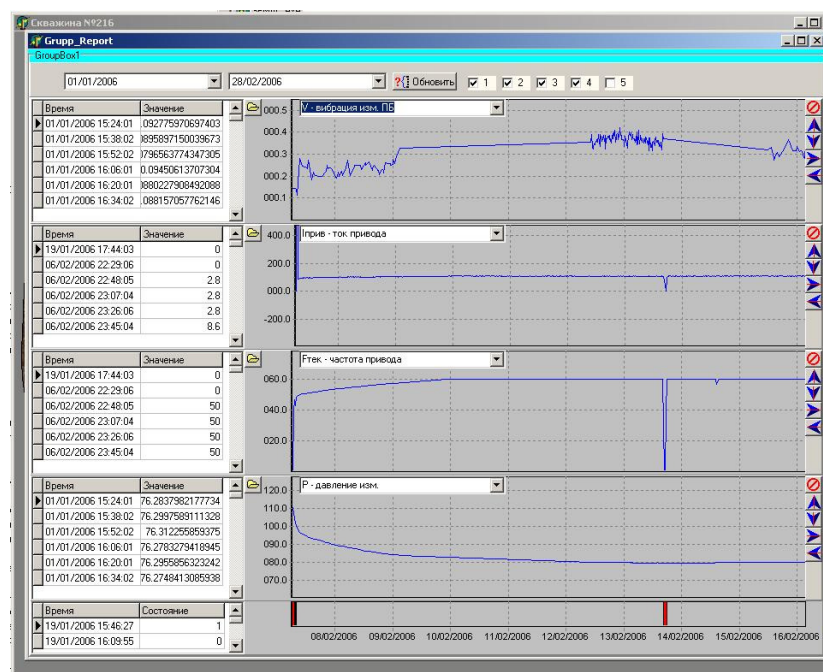
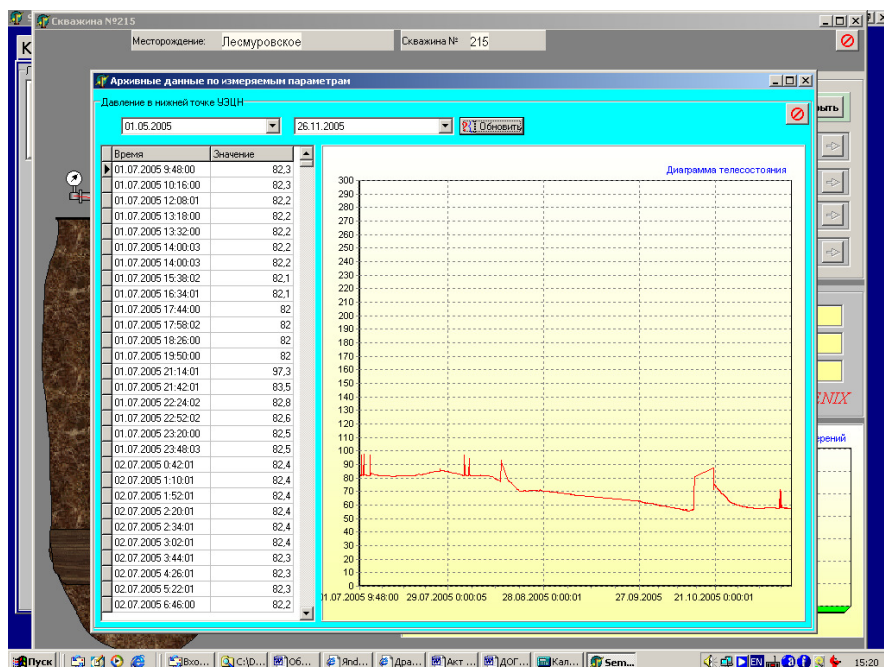
АРМ обеспечивают оперативный просмотр текущей информации по каждой отдельной скважине и по фонду в целом (на групповых вкладках).



Графические и табличные отчеты

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

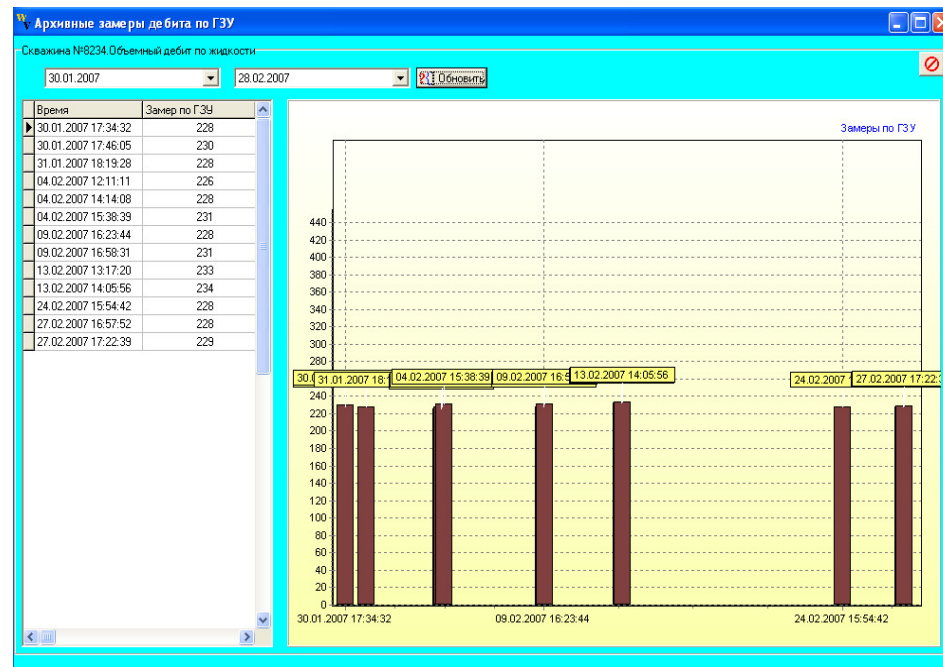
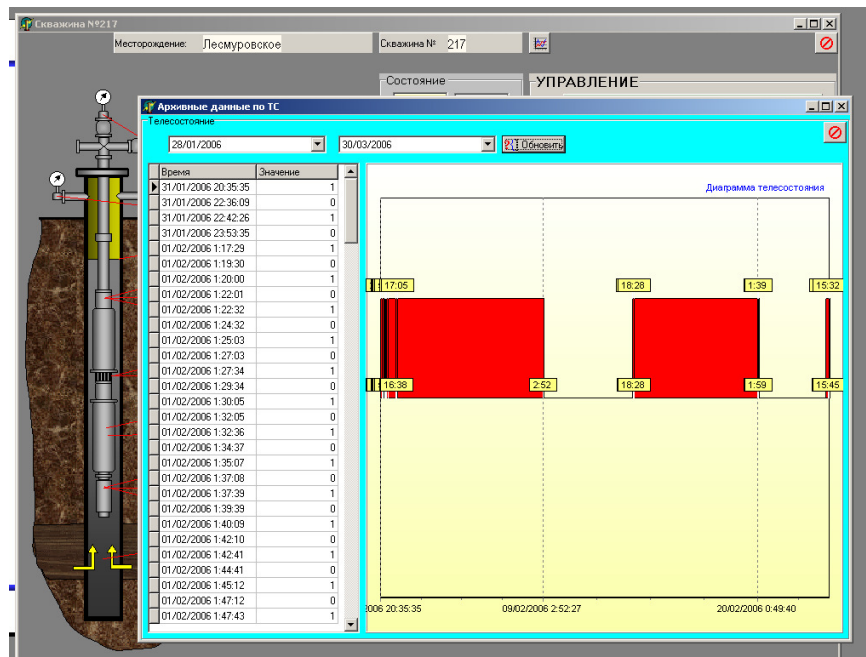
Имеется удобная графическая и табличная визуализация накопленных данных, как в форме индивидуального отчета, так и в групповом виде, с точной синхронизацией по времени. Глубина архива настраивается по требованию заказчика. Кроме того, данные за прошедшие периоды сохраняются в долгосрочных архивах, что позволяет анализировать поведение скважины, оборудования, действия персонала за любой интервал времени. Графические отчеты позволяют в интерактивном режиме масштабировать результаты, для просмотра как подробных фрагментов, так и обобщенных трендов.



Отчеты в виде столбчатых диаграмм

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

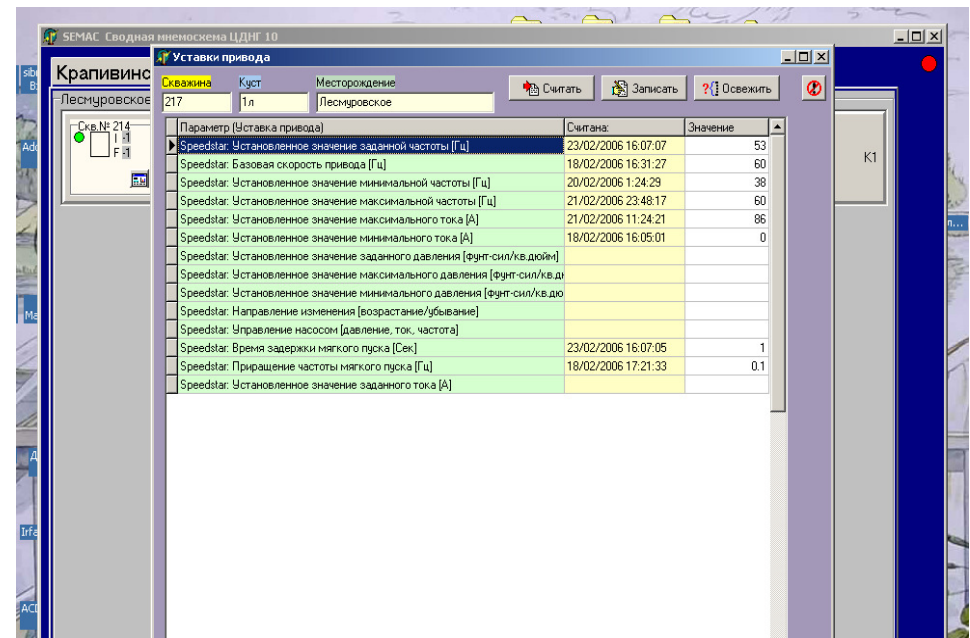
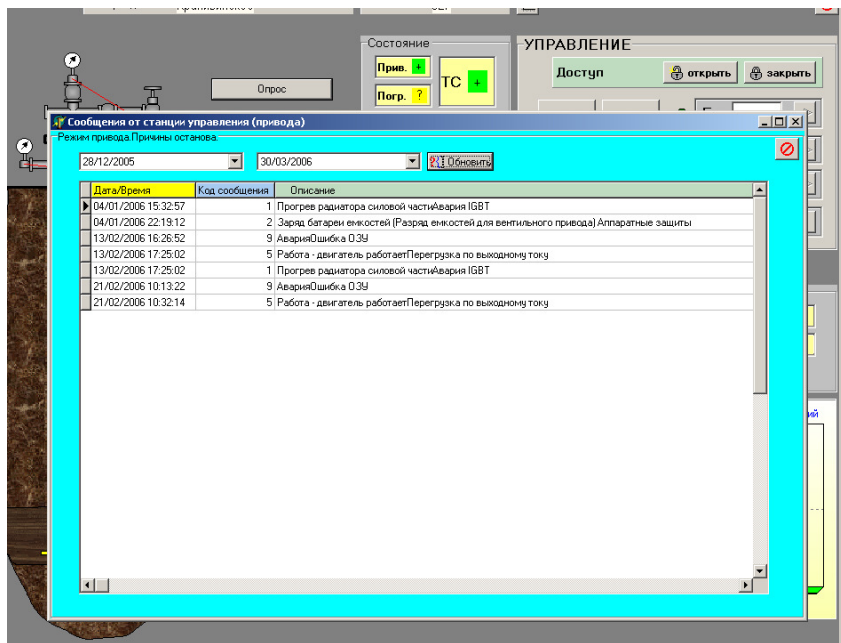
Некоторые параметры, такие, как телесигнализация (работа/останов), дискретные отсчеты (замеры дебитов по ГЗУ) удобно представлять в форме столбчатых диаграмм, наиболее наглядно демонстрирующих ход процесса во времени.



Текстовые отчеты

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

АРМ обеспечивает работу с текстовыми сообщениями станций управления, а также, работу в интерактивном режиме с уставками приводов.



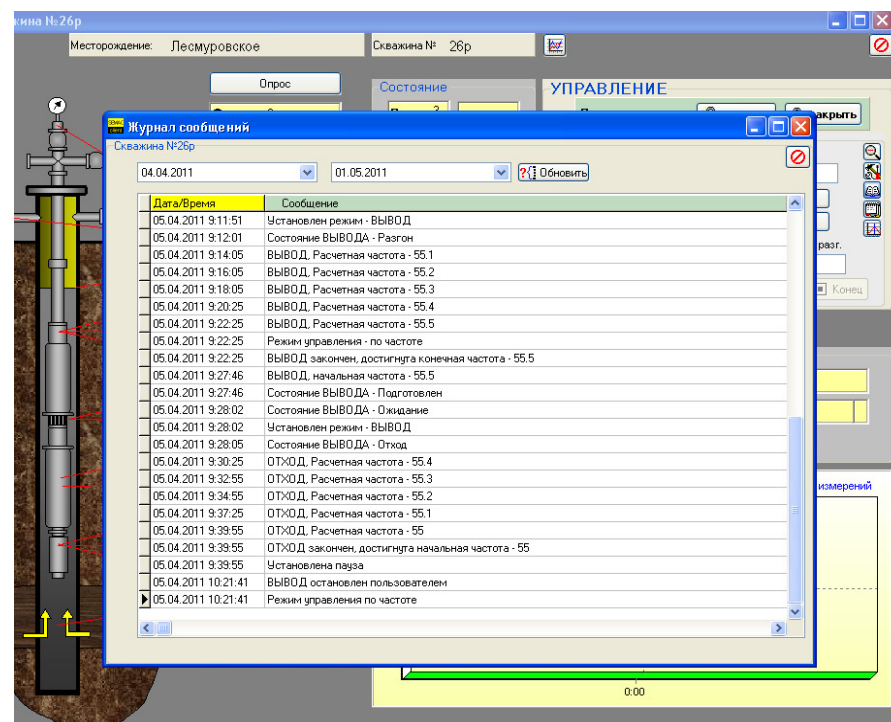
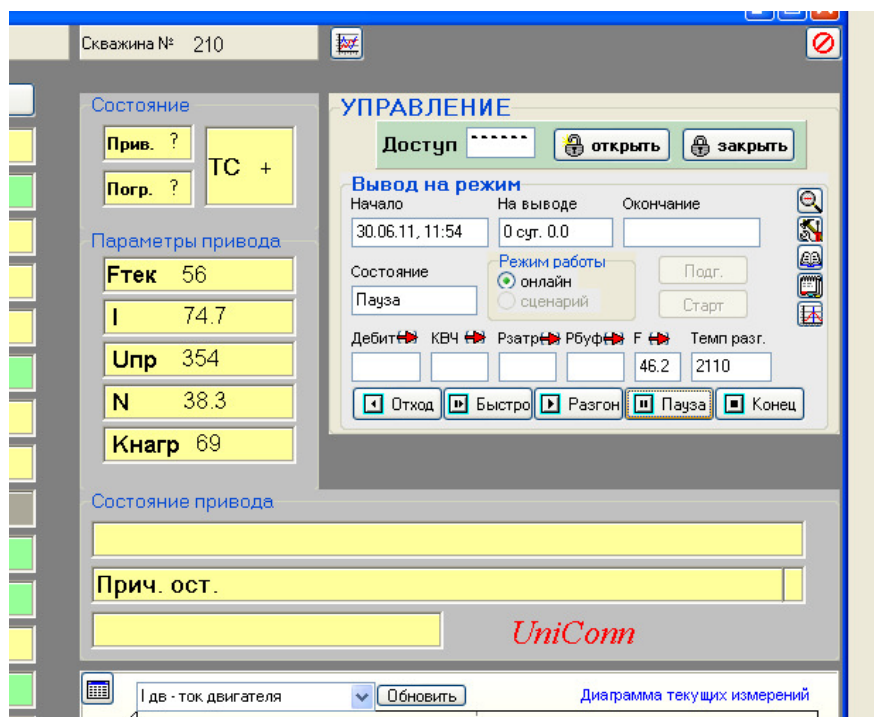
Управление приводом УЭЦН

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Комплекс обеспечивает управление режимом добычи в реальном времени по каждой отдельной скважине.

Предусмотрен режим простого управления – Пуск/Стоп, задание частоты ПЭД и более сложные, автоматические режимы, такие как автоматическое поддержание заданного давления на приеме насоса (или забойного давления).

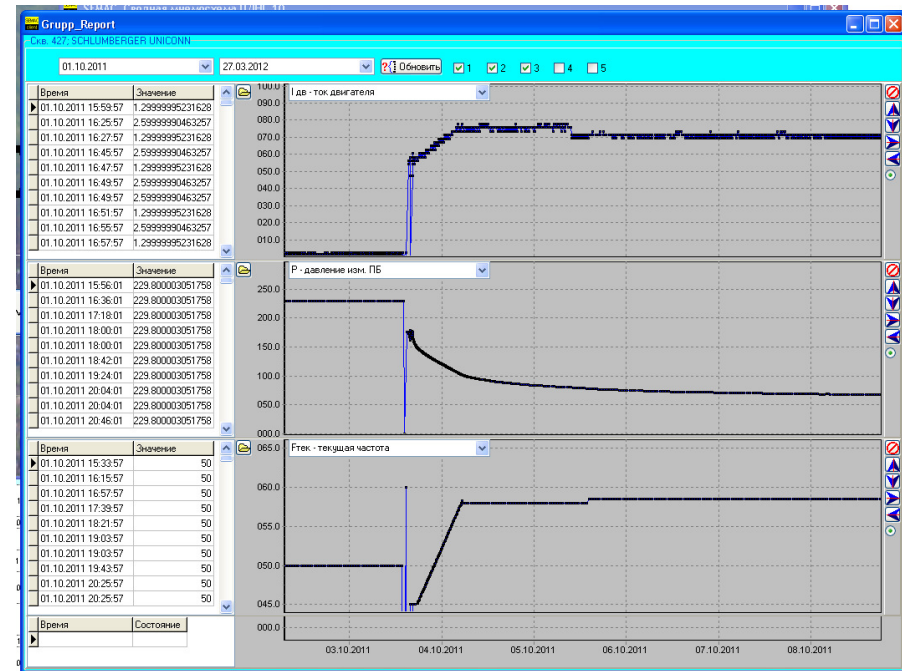
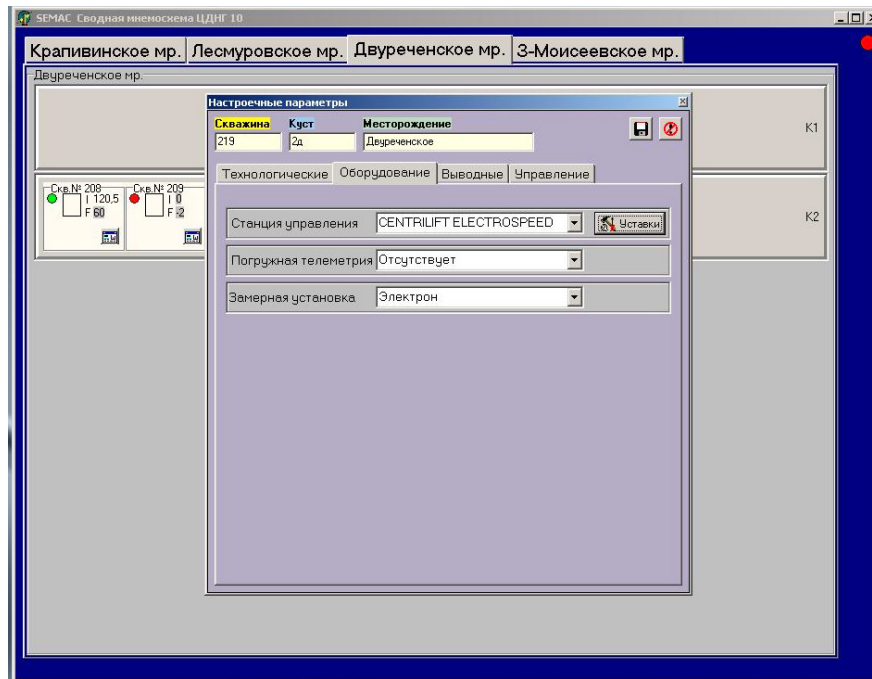
Одним из важных режимов работы – автоматизированный вывод скважин на технологический режим, для чего предусмотрена специальная панель управления.



Управление приводом УЭЦН

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

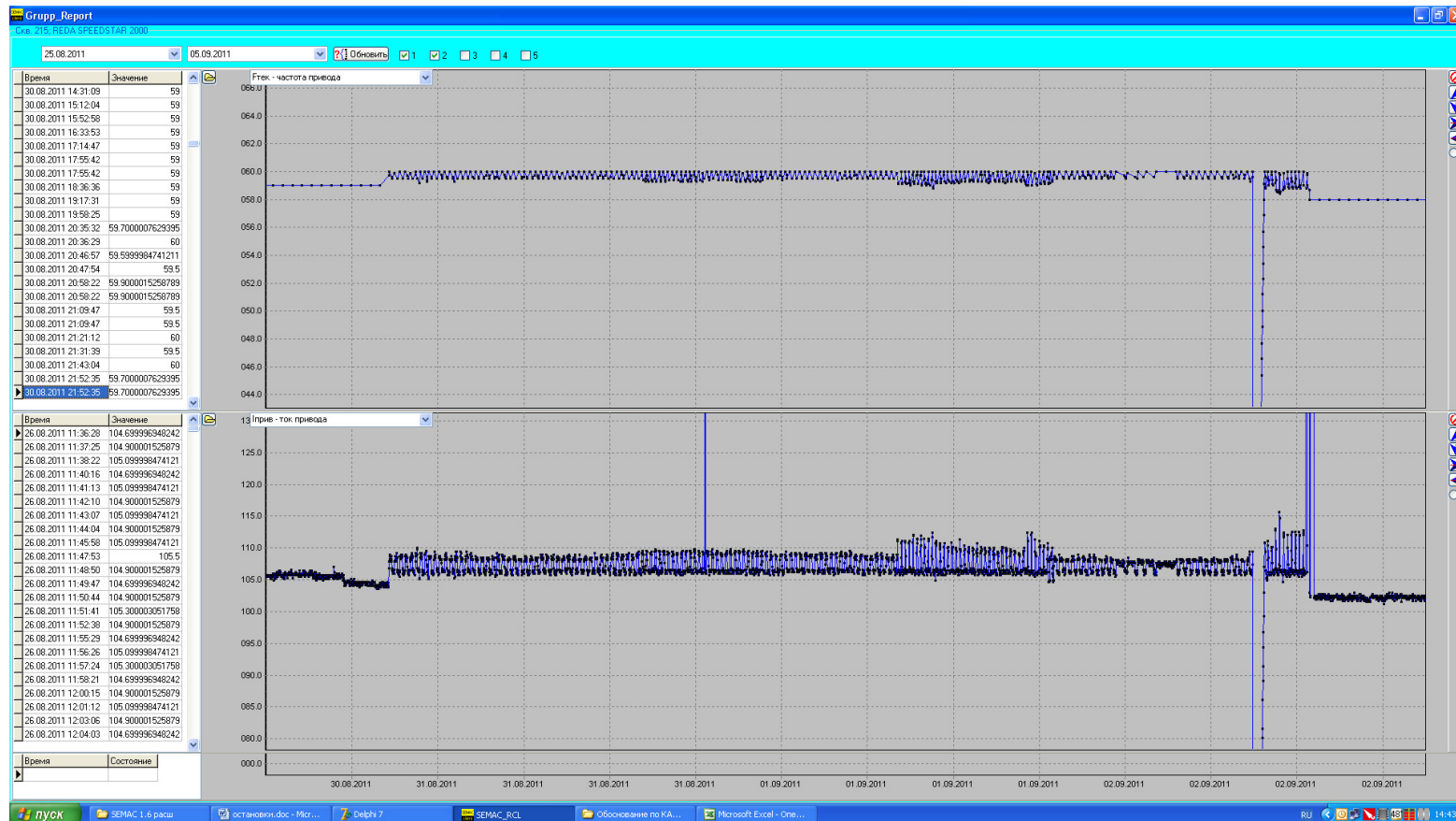
В настоящее время прорабатывается регламентный вывод на режим с использованием автоматизированных функций ИТК ArtLiftControl по техническому заданию «СЦ ЭПУ»



Технологическая эффективность

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Технологический контроль и управление в реальном времени позволяет оптимизировать работу скважинного оборудования, путем внесения коррекций в уставки привода насосной установки. Например, уменьшить при необходимости пульсацию тока и сократить тем самым вероятность остановки и снижения наработки.

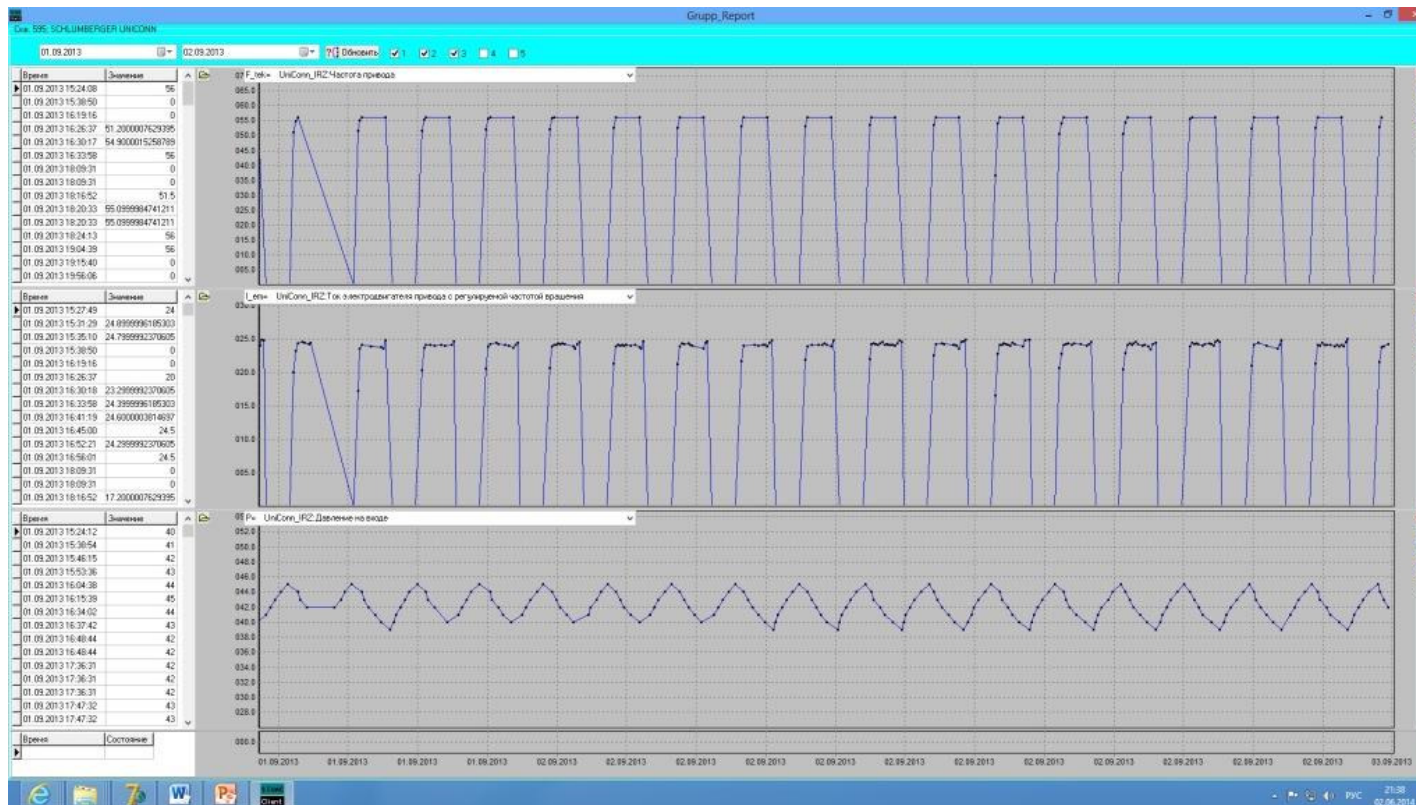


Синхронизация замеров для фонда АПВ

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

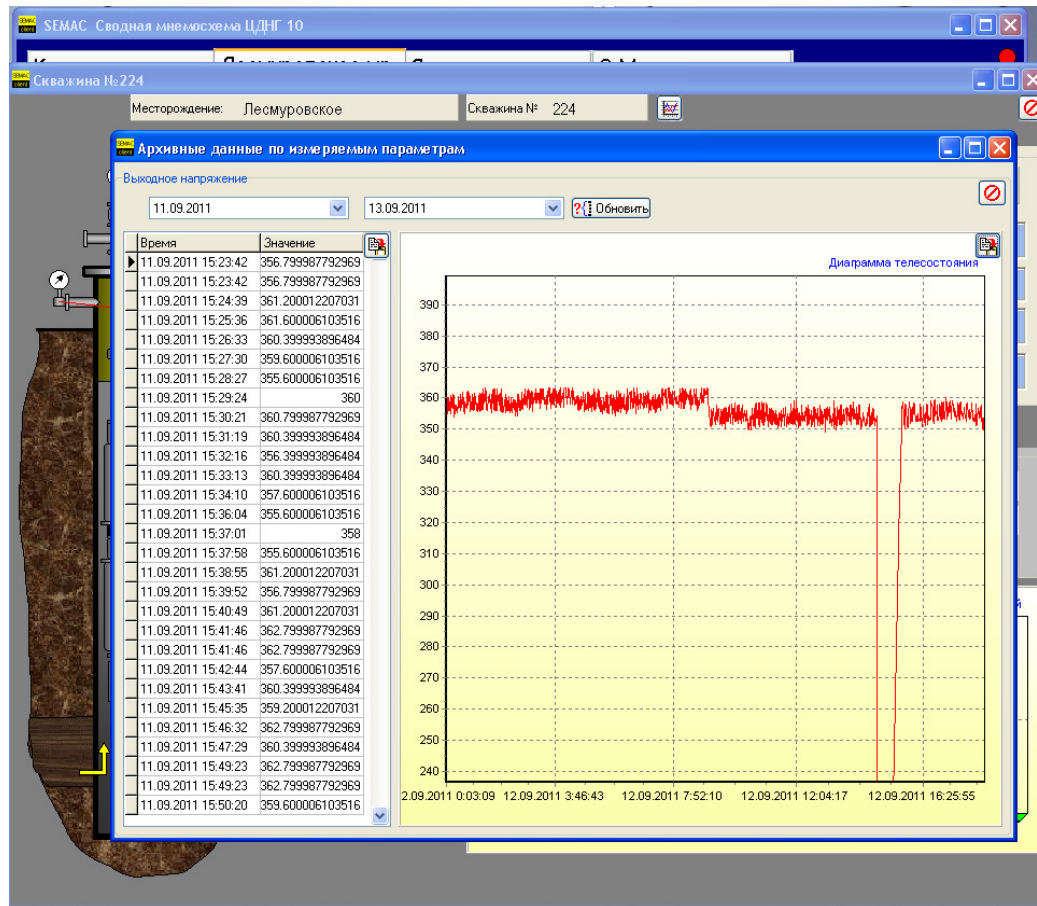
Существует проблема корректности замеров дебитов при помощи АГЗУ на периодическом (АПВ) или эксплуатируемом в режиме КЭС фонде.

Проблема решается либо путем синхронизации замеров с работой алгоритма АПВ в режиме управления либо в режиме контроля с проведением соответствующих расчетов.



Снижение простоев скважин

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче



Одной из наиболее распространенных причин остановок УЭЦН является просадка питающего напряжения привода.

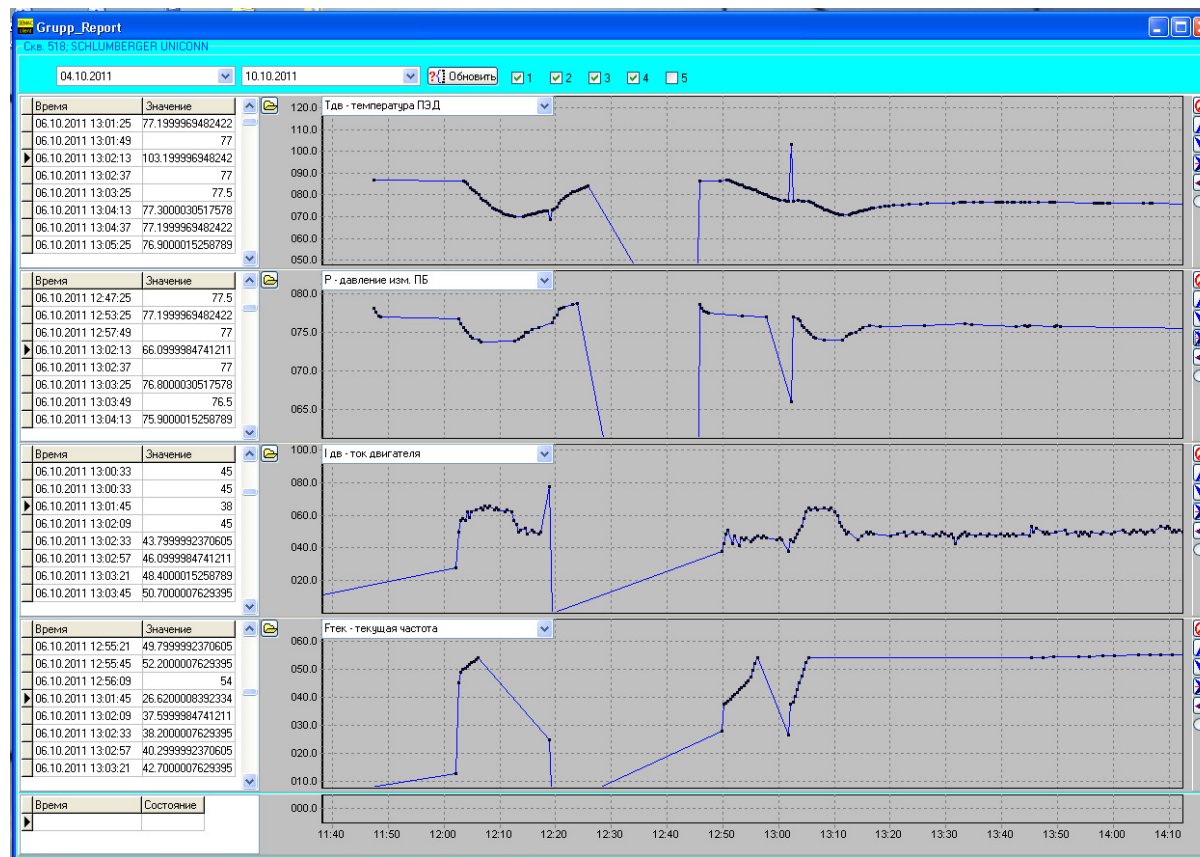
Анализ показывает, что в некоторых случаях сбои по напряжению происходят в результате локальной неисправности на кустовой площадке (например, подгорание контактов на КТПН) и проявляются за несколько часов до фактической остановки, что позволяет принимать меры заранее и таким образом предотвращать незапланированные простои.

Анализ нерасчетного поведения скважин

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Анализ изменения параметров во времени позволяет персоналу более точно разобраться в сложных ситуациях, например, при нестационарном притоке, и выбрать наиболее подходящий эксплуатационный режим.

Особенно эффективен такой анализ при наличии погружной ТМС на установке.

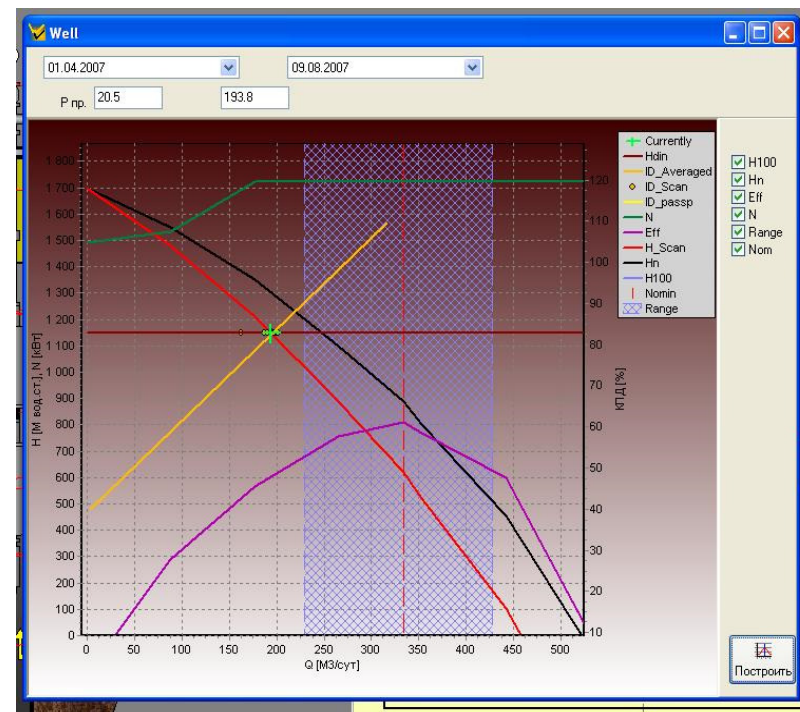
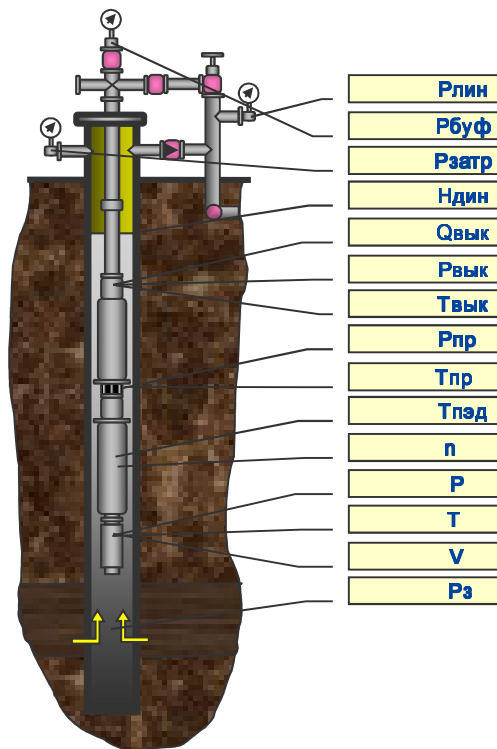


Обновленный аналитический модуль

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Обновленный аналитический модуль, основанный на развитой модели добывающей системы и УЭЦН, позволяет повысить эффективность управления режимами путем автоматизации части функций, выполняемых в настоящее время обслуживающим персоналом комплекса.

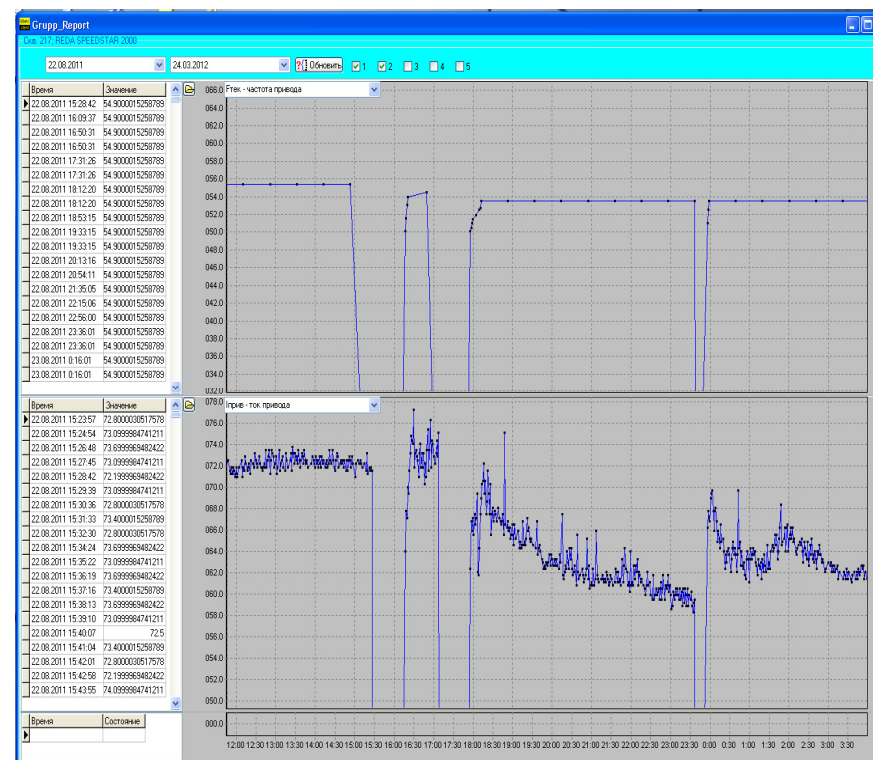
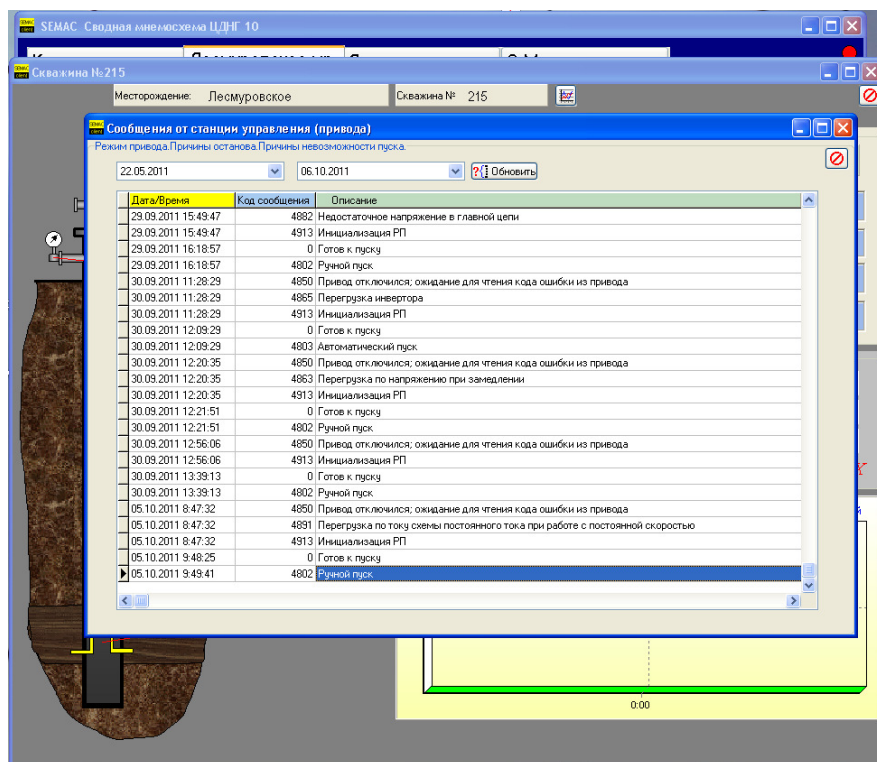
Это позволяет автоматически корректировать эксплуатационный режим скважины, предотвращая в некоторых случаях незапланированные остановки по автоматическим защитам в СУ УЭЦН (ЗП, ЗСП, P , T , V).



Контроль и анализ действий персонала.

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

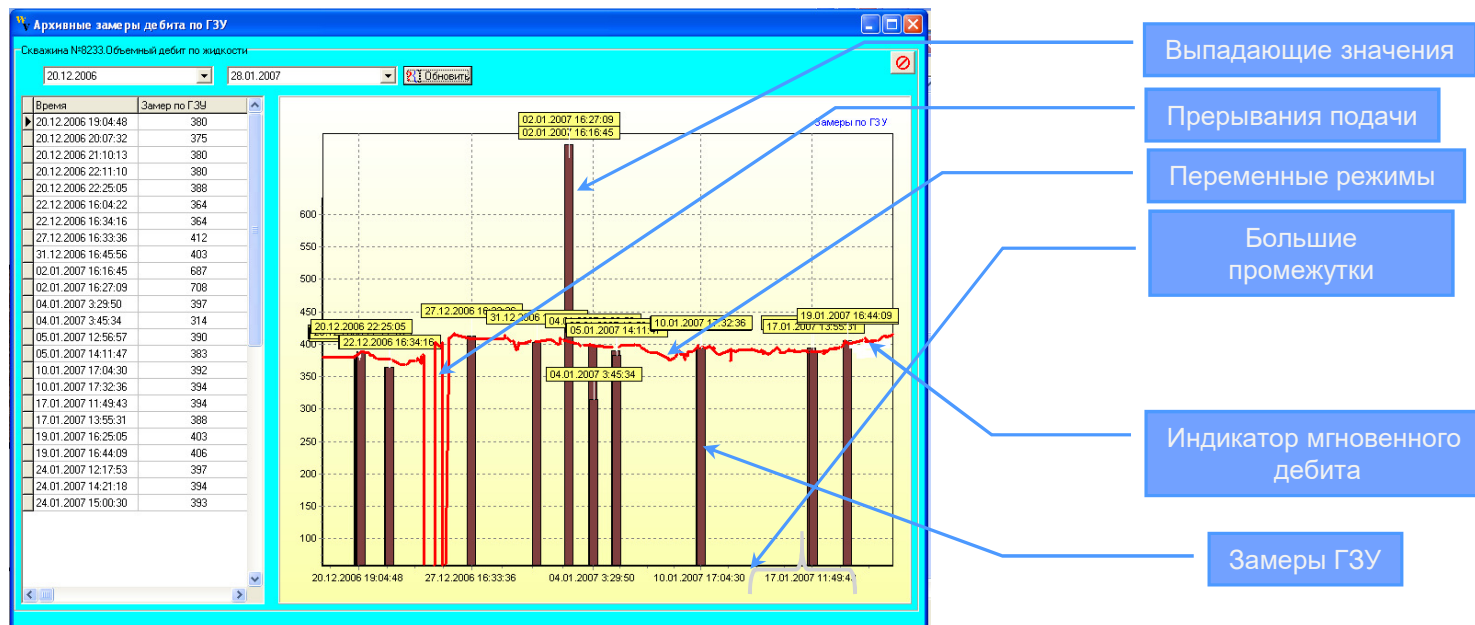
В некоторых случаях нежелательная работа установки, например большое количество пусков – остановок, связано с некорректной работой обслуживающего персонала (операторов добычи, работников сервиса ЭПУ). ИТК ArtLiftControl позволяет проанализировать работу, проводимую в ручном режиме и принять соответствующие орг. меры.



Индикатор мгновенного дебита (ИМД)

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Расширен список расчетных параметров. В частности расчет мгновенного дебита по косвенным параметрам (с автоматической калибровкой по данным замеров ГЗУ) позволяет корректировать и дополнять текущие данные замеров: заполнение промежутков между замерами, отбраковку выпадающих точек, учет переменных режимов. В целом это дает возможность существенно повысить точность учета накопленной добычи.



ИМД позволяет корректировать и дополнять показания групповых замерных установок (ГЗУ)

Улучшенная автоматизация ВНР

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Автоматизация процесса вывода скважин на режим – сложная и многоплановая задача.

В настоящее время ИТК ArtLiftControl позволяет автоматизировать данный процесс, однако многие важные операции выполняются вручную.

Это относится, в первую очередь, к расчетным работам.

В новой версии ПО SEMAC планируется увеличить степень автоматизации и сделать процесс более совершенным.

В конечном итоге ставится задача по возможности устранить человеческий фактор при выполнении таких сложных действий как:

- Классификация типа ВНР, определение особенностей и специальных технологических требований.
- Формирование начального сценария ВНР (программы).
- Оперативное ведение / корректировка сценария ВНР с учетом консолидированных технологических данных.
- Обеспечение оперативного управления СУ УЭЦН в соответствии с текущим сценарием.
- Быстродействующие защиты, блокировки.

Важнейшие функции при автоматическом ВНР

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Базовые функции:

- Начальные операции: опрессовка, проверка правильности направления вращения.
- Расчет минимальной и начальной частоты.
- Определение и задание оптимального текущего значения частоты по мере откачки уровня.
- Определение оптимального значения темпа набора частоты.
- Определение конечной рабочей точки.

Диагностируемые состояния:

- Ограничение по мощности наземного оборудования и ПЭД.
- Ограничение по температурному режиму.
- Уровень притока из пласта.
- Резонансные частоты.
- Газовая пробка.
- Отклонение параметров насоса.
- Подклинивание

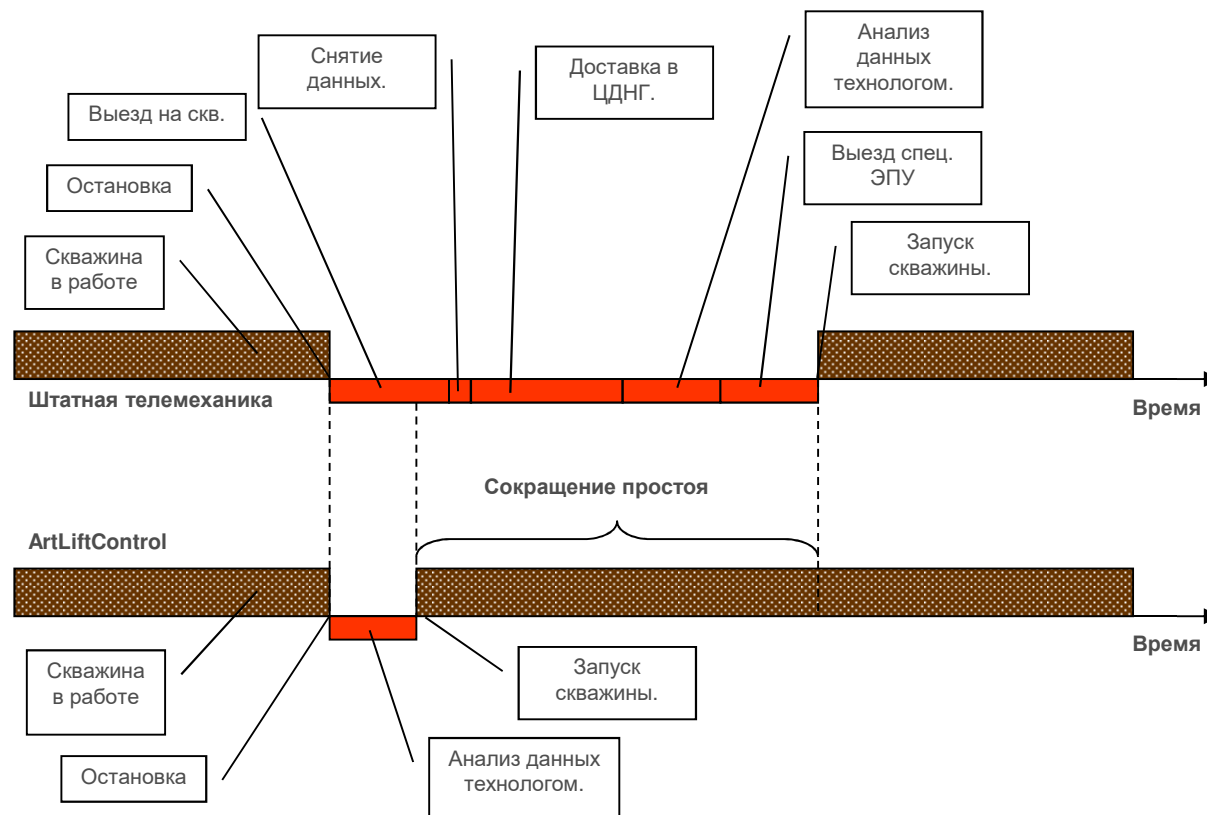
Реакция на изменение состояния

- Снижение темпа набора
- Стабилизация
- Откат
- Останов
- Увеличение частоты
- Расклинивание

Общее сокращение среднего простоя по фонду.

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

Одним из наиболее очевидных эффектов от применения системы является общее сокращение среднего времени простоя скважин. Это обусловлено возможностью оперативного контроля состояния и быстрого удаленного запуска без выезда оператора (при необходимости с измененными уставками привода). Сокращение времени простоя конкретной скважины составляет от 20-30 минут (для случаев одиночных остановок при работающем автозапуске), до 2-3 часов (при массовых остановках при просадках напряжения)



Технико-экономическое обоснование

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

ООО «Кросс-Автоматика» по запросу ОАО «Томскнефть ВНК» разработало шаблон технико-коммерческого предложения и технико-экономическое обоснование на внедрение ИТК ArtLiftControl на любом конкретном объекте

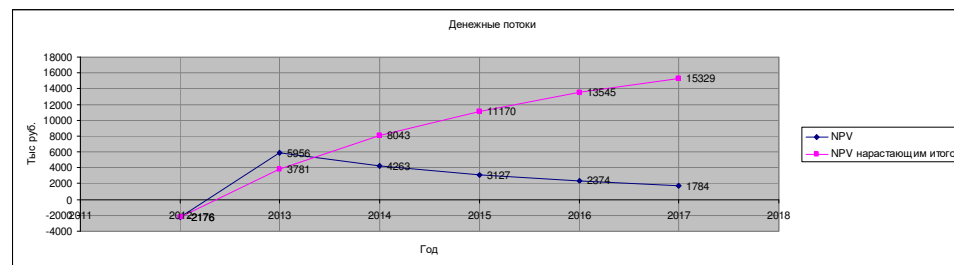
В основу ТЭО были положены накопленные статистические данные по действующим системам. Нами анализируются оперативные данные по охваченному фонду скважин, предоставляемые технологическими службами Заказчика.

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.

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

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



Оптимизированное управление УЭЦН (Автоадаптация)

Пример реализации ArtLiftControl в нефтедобыче

ООО Кросс Автоматика планомерно занимается совершенствованием управляющих алгоритмов автоматического управления эксплуатационными режимами УЭЦН. Реализация алгоритмов автоадаптации, являющихся сегодня одним из приоритетных направлений в отрасли, может вестись в рамках комплексных автоматизированных систем, таких как ArtLiftControl. Причем, предпосылки для этого и возможный экономический эффект значительно выше по сравнению с попытками решать эти задачи путем внедрения так называемых интеллектуальных станций управления.

Развитие алгоритмов ведется в следующих направлениях:

Сканирование текущего режима работы (автоадаптация).

УЭЦН при работе в постоянном установившемся режиме должен:

- Определить границу срыва подачи после которой работа данного типа УЭЦН не возможна по причине высокого содержания газа или какой-либо другой причине.
- Определив границу с течением времени УЭЦН должен проводить повторные проверки.
- При сканировании не допускаются режимы работы приводящие к сокращению ресурса УЭЦН.
- Постоянный контроль (по фактическим параметрам или по расчётным) температурного режима ПЭД и ЭЦН.

Работа при обнаружении срыва подачи:

При обнаружении срыва подачи УЭЦН не должен автоматически останавливаться по ЗСП не предприняв ряда действий:

- Определить корректность срабатывания защиты (истинное срабатывание или ложное).
- Определить причину срабатывания защиты (срыв по газу или срыв по напору).
- В соответствии с причиной предпринять ряд корректирующих действий направленных на восстановление подачи.
- Постоянный контроль (по фактическим параметрам или по расчётным) температурного режима ПЭД и ЭЦН.

Циклическая работа УЭЦН.

- На скважинах с вредным влиянием газа обеспечить режим работы УЭЦН с постоянно изменяющейся частотой вращения ротора для предотвращения образования в УЭЦН «застойных» зон.
- На скважинах с закальматированной призабойной зоной пласта обеспечить с помощью циклического режима работы интенсивное дренирование пласта и очистку ПЗП.
- При значительном несоответствии характеристик насоса и скважины иметь возможность использовать циклический режим (без остановки вращения ПЭД) для обеспечения работы ЭЦН и скважины в режиме максимальной добычи нефти (с контролем критичных для жизнедеятельности ЭЦН параметров – температура и др. расчетным или замерным способом)

После запуска скважины и отстройки защит система должна:

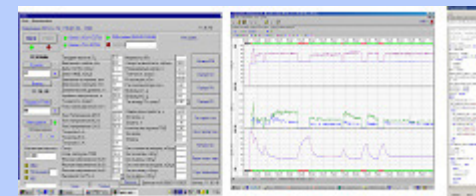
- Самостоятельно (по фактическим параметрам или по расчётным) анализировать режим работы и не допуская критических режимов, приводящих к снижению ресурса УЭЦН и снижению дебита скважины менять уставки защит.
- Менять режим работы АПВ с целью увеличения отбора жидкости из пласта.
- При снижении частоты питающего тока сети не допускать остановки вращения вала УЭЦН для предотвращения дальнейшего его заклинивания и обратного вращения.
- Постоянно контролировать мощность на валу ПЭД и при значениях близких к остановке УЭЦН из-за недостатка мощности ПЭД (заклинивание) предпринимать ряд профилактических действий направленных на снижение потребляемой мощности ЭЦН (отступление по частоте, толчковый режим для очистки ЭЦН и т.д.). Сигнализировать заранее (до наступления критической точки) на диспетчерский пульт.

Производим полный комплекс работ

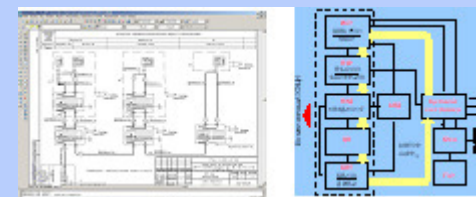
Поставка необходимой комплектации и оборудования



Программно-аналитический комплекс



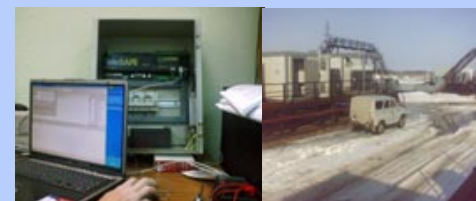
Проектная привязка



Настроечные, пусконаладочные работы



Сервисное обслуживание и сопровождение



ООО «Кросс-Автоматика» в г. Омске

