

Решения и продукты для систем учета нефти и нефтепродуктов

А. В. ИОНОВ – главный инженер проекта Департамента АСУ ТП НПФ «КРУГ»

К. В. ЩЕДРИВЫЙ – директор ООО «Электроскай»

Статья посвящена решениям компании «КРУГ» для систем измерения количества и показателей качества нефти (СИКН). В качестве примера рассматривается СИКН Герасимовского месторождения в Томской области.

Нефтедобывающие компании всегда уделяют большое внимание вопросам учета нефти и ведут постоянную работу по совершенствованию метрологического обеспечения систем учета для повышения их точности, достоверности и надежности. В уже эксплуатируемых системах учета нефти необходимо отметить большой процент использования зарубежных решений. Однако в настоящее время при создании новых или модернизации старых систем учета появилась потребность в российских решениях с характеристиками на уровне лучших зарубежных аналогов.

Так, например, в 2024 году на Герасимовском нефтяном месторождении внедрена система измерения количества и показателей качества нефти (СИКН) мобильной установки подготовки нефти (УПН).

Герасимовское нефтяное месторождение, расположенное в Томской области, запущено в промышленную эксплуатацию в 1987 году. Месторождение поставляет ежегодно около 165000 тонн высококачественной нефти, которая отличается своей исключительной чистотой и высоким содержанием ценных компонентов.

Поставку СИКН, состоящую из двух измерительных линий на базе массовых расходомеров, выполняла компания «Электроскай» (г. Томск). При выборе оборудования для системы учета нефти компания «Электроскай», помимо обеспечения метрологических характеристик, к которым в нефтяной отрасли предъявляют высокие требования, делала упор на надежность и стабильность работы оборудования, а также максимальное удобство настройки и эксплуатации как для инженерного персонала во время наладки, обслуживания и поверки, так и для оперативного персонала во время ежедневной работы.

Для СИКН компании «Электроскай» необходима была современная российская система обработки информации (СОИ), предназначенная:

- для измерения и обработки сигналов от первичных преобразователей (СИ), непосредственно участвующих в технологическом процессе учета нефти;
- для вычисления количественных и качественных характеристик нефти;
- для обеспечения оперативного персонала полной, достоверной и своевременной информацией по учету нефти на экране вычислителя и АРМ оператора;
- для формирования отчетных документов и вывода их на печать.

Данные обстоятельства явились благоприятными предпосылками для выбора продуктов российской компании «КРУГ»:

- вычислитель расхода нефти ЦифрОйл;
- сервер единого времени TimeVisor;
- программно-аппаратный (программно-технический) комплекс КРУГ-2000 (ПАК ПТК КРУГ-2000®) в составе:
 - контроллерное оборудование DevLink-C1000;
 - программное обеспечение верхнего уровня SCADA КРУГ-2000.

Структура системы

Система обработки информации СИКН Герасимовского месторождения разработана с применением типовых технических решений НПФ «КРУГ» и состоит из двух функционально распределенных уровней сбора, обработки и отображения информации (рис. 1).

В первый уровень системы обработки информации вошли:

- вычислитель расхода ЦифрОйл, который предназначен для измерения, вычисления и отображения параметров учета нефти, контроля метрологических характеристик расходомеров, а для также формирования отчетов;
- промышленный контроллер DevLink-C1000 с модулями ввода/вывода DevLink-A10, предназначенный для контроля и управления оборудованием узла учета;
- сервер единого времени (СЕВ) TimeVisor для обеспечения точного времени в системе.

На верхнем уровне автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора СИКН, оснащенное SCADA-системой КРУГ-2000, осуществляет долговременное архивирование и отображение данных, поступающих со среднего уровня, а также печать отчетных документов, сформированных вычислителем ЦифрОйл.

Для обеспечения информационной безопасности системный блок АРМ оператора установлен в серверном шкафу. В операторной расположено только периферийное оборудование (монитор, клавиатура, мышь, звуковые колонки, принтер). Соединение выполнено по сети Ethernet с помощью KVM-удливателя.

Для информационного обмена между вычислителем ЦифрОйл, контроллером DevLink-C1000, СЕВ TimeVisor и АРМ оператора используется локальная вычислительная сеть Ethernet.

■ Функции СОИ

Система обработки информации выполняет следующие функции:

- **Функции вычислителя расхода ЦифрОйл:**
 - высокоточное измерение аналоговых сигналов, поступающих от датчиков СИКН;
 - вычисление расхода, количества и плотности нефти;
 - формирование отчетных документов (двухчасовой / сменный / суточный);
 - отображение параметров в цифровом и табличном виде, в виде графиков;

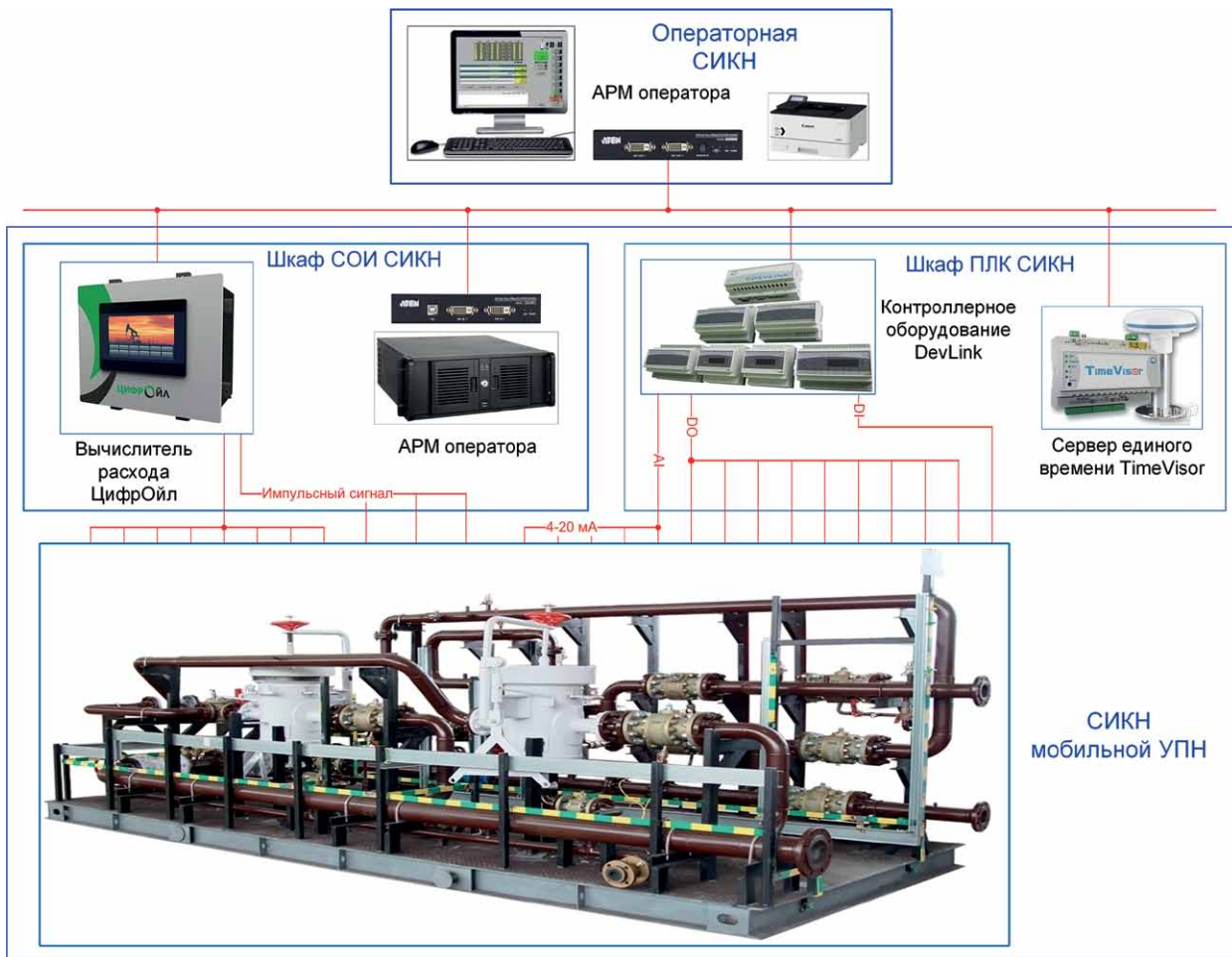


Рис. 1. Структурная схема СИКН Герасимовского месторождения

- световая сигнализация выхода сигналов за уставки;
- проверка достоверности по границам шкалы датчика;
- регистрация в протоколе событий выхода сигналов за уставки, аварийных ситуаций;
- автоматическое управление пробоотборным устройством;
- выполнение контроля метрологических характеристик (КМХ) расходомера;
- ручной ввод данных (изменение настроек, уставок параметров и др.);
- защита от несанкционированного доступа путем разграничения доступа по паролям;
- передача данных на верхний уровень (SCADA КРУГ-2000) по сети Ethernet;
- передача данных в сторонние системы по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU).
- **Функции контроллерного оборудования DevLink-C1000:**
 - измерение аналоговых и дискретных сигналов, поступающих от датчиков СИКН;
 - проверка достоверности по границам шкалы датчика;
 - управление оборудованием СИКН (вентиляторами, клапанами, обогревом и т.д.);
 - реализация противоаварийных защит и блокировок оборудования СИКН;
 - регистрация в протоколе событий выхода сигналов за уставки, аварийных ситуаций;
 - передача данных на верхний уровень в SCADA КРУГ-2000 по сети Ethernet.
- **Функции сервера единого времени TimeVisor:**
 - прием сигналов точного времени со спутников ГЛОНАСС/GPS (точность до ± 10 мсек);
 - синхронизация времени всех абонентов (вычислитель, контроллер, АРМ оператора) в автоматическом режиме с помощью NTP-службы.

- **Функции АРМ оператора СИКН:**
 - считывание информации с вычислителя ЦифрОйл и контроллера DevLink-C1000;
 - отображение измеряемых параметров учета нефти на технологической схеме СИКН;
 - отображение графиков по основным технологическим параметрам узла учета;
 - световая и звуковая сигнализация нарушений уставок, аварийных ситуаций и сбоев;
 - отображение и вывод на печать протокола событий;
 - отображение и вывод на печать отчетных документов;
 - долговременное архивирование трендов, протокола событий и отчетных документов;
 - отображение диагностики о состоянии оборудования и линий связи;
 - ручной ввод данных (изменение настроек, уставок параметров и др.);
 - защита от несанкционированного доступа путем разграничения доступа;
 - передача данных в сторонние системы по протоколам OPC DA/HDA/UA.



Далее рассмотрим подробнее каждый компонент системы обработки информации.

1. Вычислитель ЦифрОйл®

Вычислитель ЦифрОйл (рис. 2) предоставляет оперативному персоналу удобный человеко-машинный интерфейс для контроля за учетом нефти, анализа накопленных архивных данных и отчетной документации. Интерфейс ЦифрОйл интуитивно понятен и удобен, что не требует специального обучения персонала, достаточно просто ознакомиться с руководством по эксплуатации.



Рис. 2. Внешний вид вычислителя расхода ЦифрОйл

При создании вычислителя ЦифрОйл использовались наработки и многолетний опыт компании «КРУГ», разрабатывающей программное обеспечение для узлов коммерческого учета нефти предприятий нефтяной отрасли России и зарубежья с 1993 года. Среди внедрений: СИКН-544 (Северные месторождения, г. Нижневартовск), СИКН-578 (Самотлорское месторождение, г. Нижневартовск), СИКН-13 (Транснефть, г. Омск), СИКН-702 (нефтепровод «Дружба», Польша), СИКН-1100 (Сургутский завод стабильного конденсата), узел учета нефти №479 (месторождение «Нефтяные Камни» компании SOCAR, Азербайджан). Все системы уникальны, и ПО для них разрабатывалось по требованиям конкретного Заказчика.

Накопленный опыт внедрений систем позволил выработать ряд типовых технических решений для автоматизации учета нефти. Это, в свою очередь, и привело к созданию собственного вычислителя расхода нефти с расширенным функционалом и выгодным соотношением «цена-качество».

Область применения вычислителя расхода ЦифрОйл – предприятия добычи, транспортировки, переработки и хранения нефти и нефтепродуктов в составе коммерческих СИКН/СИКНП, в системах оперативного/технического учета.

Вычислитель ЦифрОйл предназначен для автоматического вычисления количественных и качественных характеристик нефти и нефтепродуктов, таких как:

- нефть;
- бензин;
- газовый конденсат;
- топливо, занимающее по плотности промежуточное место между бензином и керосином;
- топливо для реактивных двигателей, керосин для реактивных двигателей, авиационное реактивное топливо ДЖЕТ А, керосин;
- дизельное топливо, печное топливо, мазут;
- смазочное масло нефтяного происхождения, полученное из дистиллятных масляных фракций с температурой кипения выше +370°С.

ЦифрОйл является сертифицированным средством измерения (регистрационный №92887-24). Метрологические характеристики вычислителя отвечают требованиям нормативных документов по учету нефти и нефтепродуктов:

- ГОСТ Р 8.587 Масса нефти и нефтепродуктов. Методики (методы) измерений;
- Р 50.2.076 Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета;
- ГОСТ 34396 Системы измерений количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия;
- МИ 3532 Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти.

Таблица 1. Метрологические характеристики вычислителя ЦифрОйл

Приведенная погрешность измерений силы постоянного тока, %	± 0,03
Приведенная погрешность измерений напряжения постоянного тока, %	± 0,025
Абсолютная погрешность преобразований сигналов термосопротивлений, °С	± 0,1
Относительная погрешность измерений частоты сигнала, %	± 0,001
Относительная погрешность измерений количества импульсов, %	± 0,001
Относительная погрешность измерений плотности, %	± 0,03
Относительная погрешность измерений объемного расхода (объема), %	± 0,02
Относительная погрешность определения массового расхода (массы), %	± 0,035
Межповерочный интервал	4 года

■ Преимущества ЦифрОйл

Вычислитель ЦифрОйл имеет оптимальную стоимость значительно ниже зарубежных аналогов, обладает высокой точностью и оснащен сенсорным цветным дисплеем, что позволяет вычислителю предоставлять пользователю уникальные сервисные функции и удобство в эксплуатации.

ЦифрОйл является автономным средством учета нефти, независимым от верхнего уровня: все операции учета выполняет непосредственно сам вычислитель. Пропадание связи между вычислителем и АРМ оператора, отключение или выход из строя компьютера не приводят к потере информации по учету. После восстановления работоспособности АРМ оператора вся необходимая архивная информация будет загружена из вычислителя без потерь. Кроме этого, для повышения надежности системы поддерживается схема 100% резервирования вычислителей.

ЦифрОйл помимо реализации функциональных возможностей, согласно требованиям нормативной документации, предоставляет оперативному и инженерному персоналу удобный пользовательский интерфейс на русском языке на цветном сенсорном экране (рис. 3). Интерфейс разработан с учетом технологических задач, выполняемых персоналом СИКН, что обеспечивает быстрый доступ к группам параметров, отчетам и конфигурационным данным в соответствии с предоставленным уровнем доступа.

Настройка работы вычислителя осуществляется с помощью сенсорного экрана прибора без подключения компьютера. Параметры конфигурации объединены в группы настроек, что позволяет быстро выполнять наладку. Изменять конфигурацию вычислителя при дальнейшем сопровождении можно в рабочем режиме (без перезапуска).



Рис. 3. Пользовательский интерфейс вычислителя ЦифрОйл

2. Контроллерное оборудование DevLink®-C1000

Промышленный контроллер DevLink-C1000 (рис. 4) в комплекте с модулями ввода-вывода DevLink-A10 опрашивает датчики и приборы (с аналоговыми и цифровыми типами сигналов) и формирует управляющие воздействия на исполнительные механизмы.

Область применения DevLink-C1000 – распределенные и локальные системы управления, системы учета и диспетчеризации энергоресурсов и т.д.

■ Преимущества контроллера DevLink-C1000:

- малые габаритные размеры (140x90x65 мм) и низкое энергопотребление (5-16 Вт);
- расширенные условия эксплуатации (от -40°C до +60°C);
- легкость программирования контроллера и отладки (МЭК 61131-3);
- возможность глубокой интеграции с верхним уровнем (OPC, MODBUS);
- высокая надежность (срок службы – 20 лет);
- сертифицированное средство измерения (рег. №78510-20);
- привлекательная стоимость.



Рис. 4. Внешний вид котроллера DevLink-C1000

3. Сервер единого времени TimeVisor®

Сервер единого времени TimeVisor (рис. 5) предназначен для обеспечения высокоточной синхронизации времени абонентов системы. Сигналы точного времени принимаются от одной из Глобальных Навигационных Спутниковых Систем: ГЛОНАСС или GPS.

Передача сигналов точного времени от TimeVisor к абонентам осуществляется по сетевому протоколу времени NTP (Network Time Protocol).

Область применения сервера единого времени TimeVisor: системы коммерческого учета ресурсов, корпоративные информационные системы, системы промышленной автоматизации, платежные системы, системы управления транспортом и т.д.

■ Преимущества сервера единого времени TimeVisor:

- удобство настройки с помощью Web-конфигуратора;
- высокая точность синхронизации системного времени абонентов сети (до ± 10 мкс, в зависимости от модификации);
- малые габариты (141x90x65 мм);
- расширенные условия эксплуатации: от -40°C до +60°C.



Рис. 5. Внешний вид СЕВ TimeVisor

4. Программное обеспечение SCADA КРУГ-2000®

Модульная интегрированная SCADA КРУГ-2000 (рис. 6) российского производства – средство для построения автоматизированных систем управления объектами предприятий, систем телемеханики, решения задач учета энергоресурсов и диспетчеризации.

SCADA КРУГ-2000 – это мощный, современный инструмент быстрой и качественной разработки АСУТП, в котором воплощен многолетний опыт создания систем автоматизации для различных отраслей, включая энергетику, газовую, нефтяную, химическую промышленность, стройиндустрию, ЖКХ, теплосети, водоканалы и т.д.

■ Преимущества SCADA КРУГ-2000:

- **Надежность.** Возможность использования SCADA для ответственных производств и создания распределенных систем управления. Высокая надежность передачи команд управления и обеспечение требуемого времени передачи данных в системах АСУ ТП, учета энергоресурсов, диспетчеризации и телемеханики.
- **Глубокая интеграция с системой реального времени контроллеров (ЦифрОйл, DevLink-C1000 и др.).** Наилучшие динамические характеристики системы и максимальная децентрализация обработки данных. Работа с единым проектом уменьшает время на создание сложных АСУ и минимизирует количество ошибок. Экономическая эффективность – нет необходимости приобретения программного обеспечения у разных фирм, единая техподдержка.
- **Модульность и масштабируемость.** Минимизация затрат на приобретение ПО (вы покупаете только те функции, которые нужны). Рациональные требования к вычислительным ресурсам. Легкость масштабирования ПО SCADA КРУГ-2000 как по информационной мощности, так и по количеству функций.
- **100% российское ПО.** SCADA КРУГ-2000 включена в Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД Минцифры РФ. Совместима с российскими операционными системами (Astra Linux, РЕДОС, ALT Linux).



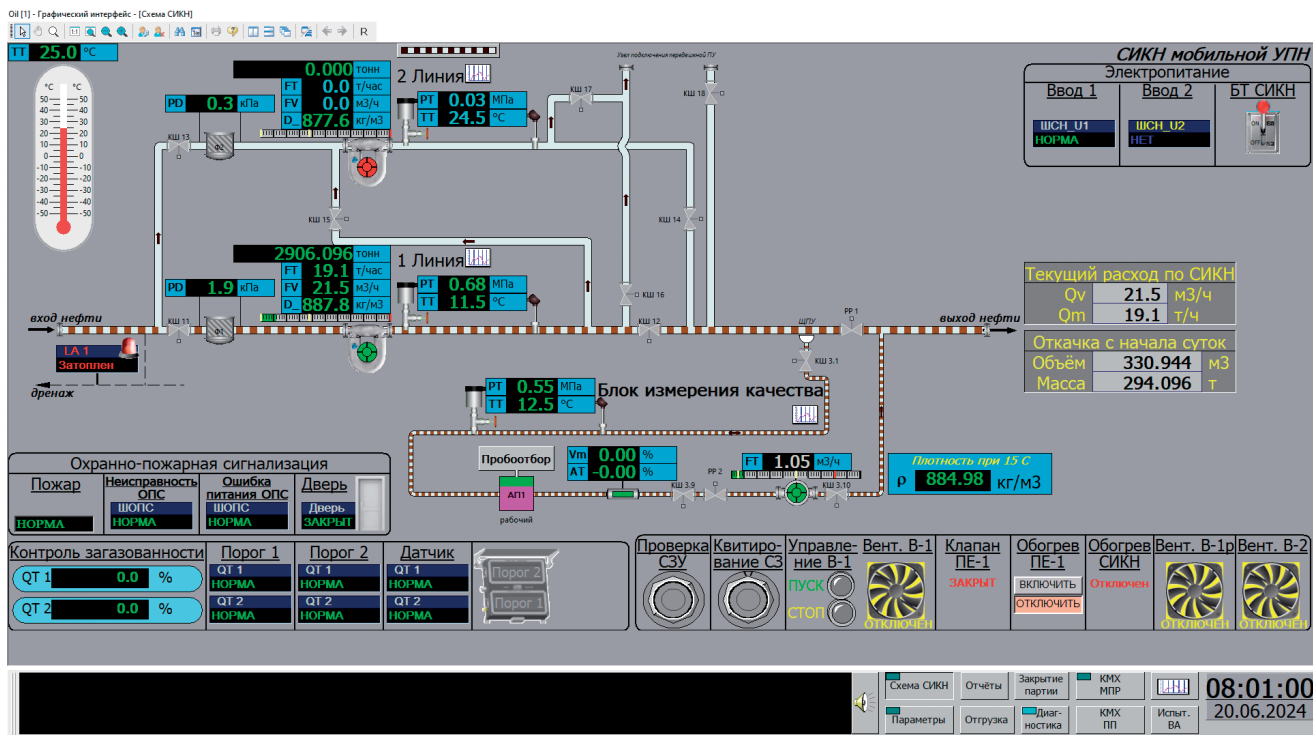


Рис. 6. Мнемосхема СИКН Герасимовского месторождения

- **Произвольная архитектура.** Возможность построения от простых до сложных распределенных иерархических систем. Создание выделенных диспетчерских мест обобщенного контроля и управления оборудованием, цехом, предприятием. Большой выбор интерфейсов и протоколов для обмена данными с устройствами и программным обеспечением других производителей.
- **Средства создания и отладки пользовательских проектов.** Минимальные трудозатраты для настройки и отладки проекта. Простота выявления ошибок в проектах.
- **Графический интерфейс.** Возможность создания современного, гибкого, интуитивно понятного интерфейса в т.ч. для территориально распределенных объектов. Соответствие требованиям широкого спектра отраслевых стандартов по визуализации в автоматизированных системах.

ВЫВОДЫ

Внедрение СОИ на СИКН Герасимовского месторождения обеспечило высокую точность, надежность и стабильность учета нефти. Стало возможным автоматическое выполнение контроля метрологических характеристик (КМХ) массовых расходомеров, а также передача информации на удаленное АРМ оператора.

Решения компании «КРУГ» обладают 100% импортозамещающим потенциалом, поскольку являются полностью российской разработкой. При существенно меньшей стоимости продукция НПФ «КРУГ» не уступает зарубежным аналогам по техническим характеристикам и функциональным возможностям.

Программно-аппаратный (программно-технический) комплекс КРУГ-2000 обладает повышенной надежностью, поддерживает резервирование на всех уровнях, весь процесс учета доступен в виде мнемосхем, графиков и таблиц. Самое главное – комплекс имеет модульную структуру и позволяет с легкостью поэтапно наращивать систему учета. Кроме того, удобство настройки и эксплуатации позволяет снизить затраты на внедрение, эксплуатацию и техническое обслуживание узла учета нефти.

На все оборудование компании «КРУГ» получены:

- Заключение Министерства промышленности и торговли Российской Федерации о включении в Реестры российской промышленной (ПП РФ №719) и радиоэлектронной (ПП РФ №878) продукции, что подтверждает производство на территории РФ.
- Свидетельства о внесении в реестры средств измерений РФ и Республики Казахстан.
- Декларация ЕЭС на соответствие требованиям Технических регламентов Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» и «Электромагнитной совместимости технических средств».
- Патент Федеральной службы по интеллектуальной собственности РФ (Роспатент), что подтверждает инновационность решения.

Опыт эксплуатации внедренной системы в очередной раз подтверждает возможность применения решений компании «КРУГ» для реализации многокомпонентных задач, связанных с учетом нефти.



ООО НПФ «КРУГ»
440028, Пенза, ул. Германа Титова, 1
тел. (8412) 499-775
krug@krug2000.ru
krug2000.ru