

# Российский программно-технический комплекс КРУГ-2000 и его применение при построении АСУ ТП нефтебаз и складов ГСМ

**А. В. БОДЫРЕВ** – начальник Департамента АСУ ТП НПФ «КРУГ»

**А. Ю. ЗЕНОВ** – к.т.н., ГИП Департамента АСУ ТП НПФ «КРУГ»

В статье представлен российский сертифицированный программно-аппаратный (программно-технический) комплекс КРУГ-2000 – основа для построения импортозамещающих систем автоматизации. Освещается опыт построения АСУ ТП нефтебаз и складов ГСМ на базе ПАК ПТК КРУГ-2000® и преимущества его использования.



**Программно-аппаратный комплекс (программно-технический) КРУГ-2000®** позволяет создать на своей базе различные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) практически во всех отраслях промышленности. Главным преимуществом построения автоматизированных систем на базе ПАК ПТК КРУГ-2000® является тесная взаимосвязь и «бесшовность» принятых при проектировании решений.

Программно-аппаратный (программно-технический) комплекс КРУГ-2000® представляет собой единый комплекс программных и технических средств для разработки систем автоматизации технологических процессов. Основой этого комплекса является российское специализированное программное обеспечение – SCADA-система КРУГ-2000® либо (альтернативно) цифровая платформа StreamDat, глубоко интегрированные с системой реального времени контроллеры (СРВК). Контроллеры TREI-5B, DevLink-C1000®, ОВЕН ПЛК-200/210-KR и другие, входящие в состав ПАК ПТК, – также российского производства.

## Ключевые преимущества ПАК ПТК КРУГ-2000

- Полное соответствие стандартам России, МЭК и другим действующим нормативным документам;
- Открытость, обеспеченная поддержкой международных стандартов OPC DA/HDA/UA, COM, DCOM, ODBC, общепринятых протоколов обмена ModBus RTU, ModBus TCP, МЭК60870-5-101, МЭК60870-5-104, а также наличием обширной библиотеки драйверов для связи с приборами различных производителей;
- Легкая масштабируемость с возможностью наращивать автоматизированные комплексы как по информационной мощности, так и по функциональным возможностям;
- Глубокая интеграция SCADA КРУГ-2000® и Среды программирования контроллеров в рамках программно-аппаратного комплекса:
  - единая среда разработки программ пользователя для контроллеров и серверов БД на технологическом языке программирования КРУГОЛ, соответствующем международным стандартам МЭК61131-3;
  - единая, непротиворечивая, однократно набираемая база данных системы;
  - наличие собственных высокоскоростных протоколов обмена между контроллерами и серверами БД и т.д.;
- Наличие имитатора системы реального времени контроллера, который позволяет заменить реальный контроллер в процессе разработки и отладки пользовательского программного обеспечения;
- Встроенные и настраиваемые высокоэффективные алгоблоки (алгоритмы автоматического регулирования, алгоритмы управления задвижками и т.д.), снижающие трудоемкость инженеринговых работ;
- Интегрированные средства обеспечения единого времени;
- Удобные инструменты среды исполнения/разработки/тестирования;
- Низкий порог входа (от персонала не требуется навыков программирования);
- Поддержка различных схем 100%-го резервирования с безударным переходом как для контроллерного оборудования, так и для серверов и станций оператора;
- Разграничение доступа к функциям системы;
- Модульная структура ПО (оплата только за необходимые модули);
- Широкий выбор вариантов архитектуры (локальная, клиент-сервер, сервер-сервер, многосерверная, многосерверный доступ, межсерверный обмен, многомониторный режим);
- Готовые библиотеки изображений и шаблонов;
- Интерфейс и документация полностью на русском языке.

## Архитектура ПАК ПТК КРУГ-2000

Гибкость архитектуры ПАК ПТК КРУГ-2000® позволяет создавать на его базе автоматизированные системы любой сложности и конфигурации (рис. 1). Клиент-серверная модель взаимодействия (поддерживаются как «толстые», так и «тонкие» клиенты) позволяет распределить вычислительные задачи между компонентами ПАК ПТК, тем самым повысить надежность и живучесть комплекса.

Для крупных АСУ ТП, состоящих из нескольких независимых систем, предоставляется возможность создания распределенной базы данных.

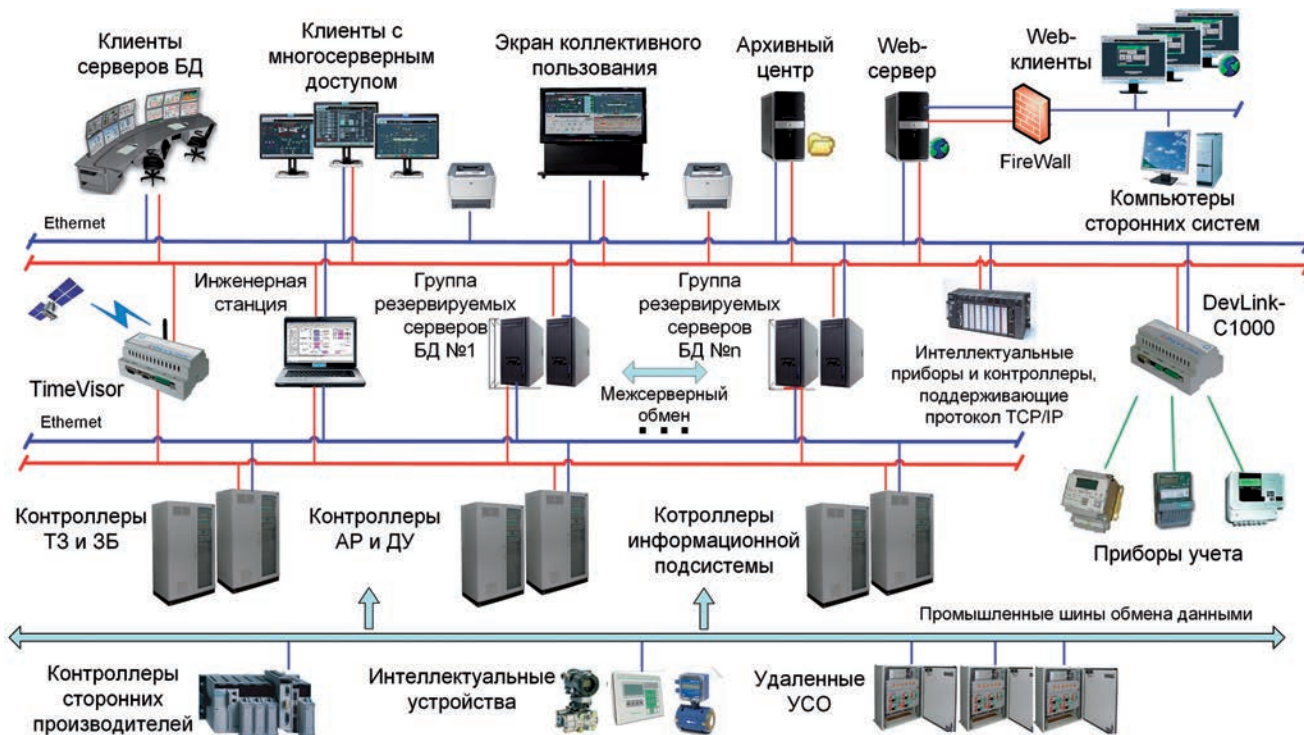


Рис. 1. Типовая сетевая архитектура ПАК ПТК КРУГ-2000®

Преимуществом такого подхода является:

- снижение требований к вычислительной мощности серверов;
- возможность проведения поэтапного внедрения АСУ ТП;
- ремонтпригодность системы и простота локализации отказов;
- простота внесения изменений и т.д.

При этом клиентские станции (станции оператора) имеют доступ ко всем локальным базам распределенной системы в реальном времени.

## ПАК ПТК КРУГ-2000 для автоматизации нефтебаз, складов ГСМ и топливозаправочных комплексов

Рассмотрим применение ПАК ПТК КРУГ-2000® на примере автоматизации складов горюче-смазочных материалов (ГСМ), нефтебаз и топливозаправочных комплексов (ТЗК).

**Основные функции объектов топливообеспечения:**

- хранение нефтепродуктов в резервуарах;
- прием нефтепродуктов, доставляемых на склад ГСМ в железнодорожных вагонах, нефтеналивных судах, по магистральным нефтепроводам, автомобильным и воздушным транспортом;
- отгрузка нефтепродуктов и нефти по железной дороге, автомобильным, водным и трубопроводным транспортом;
- компаундирование (смешение) нефтепродуктов.

Таким образом, в упрощенном виде, применительно к нефтебазам и складам ГСМ (ТЗК), типовая архитектура АСУ ТП может представлять собой трехуровневую структуру (рис. 2).

**Нижний уровень** системы представлен контрольно-измерительными приборами и запорно-регулирующей арматурой.

**Средний уровень** АСУ ТП построен на базе промышленных микропроцессорных контроллеров российского производства со 100%-ным «горячим» резервированием для подсистемы ПАЗ и резервированием процессорной части для подсистемы РСУ.

Особое внимание заслуживают специализированные контроллеры DevLink-C1000® (рис. 3), входящие в состав ПАК ПТК КРУГ-2000®. DevLink-C1000® работают в расширенном диапазоне температур, имеют модификации со встроенными GSM-модулями (до 2 шт. с поддержкой двух SIM-карт в каждом), обеспечивают поддержку «горячего» резервирования нескольких каналов связи, имеют встроенные алгоритмы шифрования передаваемого контроллером трафика

по алгоритму IPSec, поддержку программного firewall и многими другими полезными функциями.

В состав ПАК ПТК могут также входить контроллеры TREI-5B, OBEH ПЛК-200/210-KR, преимущественно собранные из комплектующих тех стран, которые не поддерживают санкции. Все контроллеры работают под управлением операционной системы Linux.

На данном уровне может присутствовать еще одно инновационное изделие компании «КРУГ» – вычислитель расхода нефти и нефтепродуктов ЦифрОйл®, также входящий в состав ПАК ПТК КРУГ-2000®. Он предназначен для обеспечения коммерческого и технического учета нефти и нефтепродуктов, в т.ч. в составе системы измерения количества и показателей качества нефти (СИКН) и нефтепродуктов (СИКНП) (рис. 4).

**Верхний уровень** системы представлен двумя резервируемыми серверами базы данных, совмещенными с автоматизированными рабочими местами операторов, под управлением российской SCADA-системы КРУГ-2000®. Данные сервера развернуты на базе персональных компьютеров промышленного исполнения и расположены в специализированных пультах оператора серии КонсЭрго или Техноконсоль.

Синхронизацию времени абонентов сети, входящих в состав системы, обеспечивает Сервер единого времени TimeVisor®.



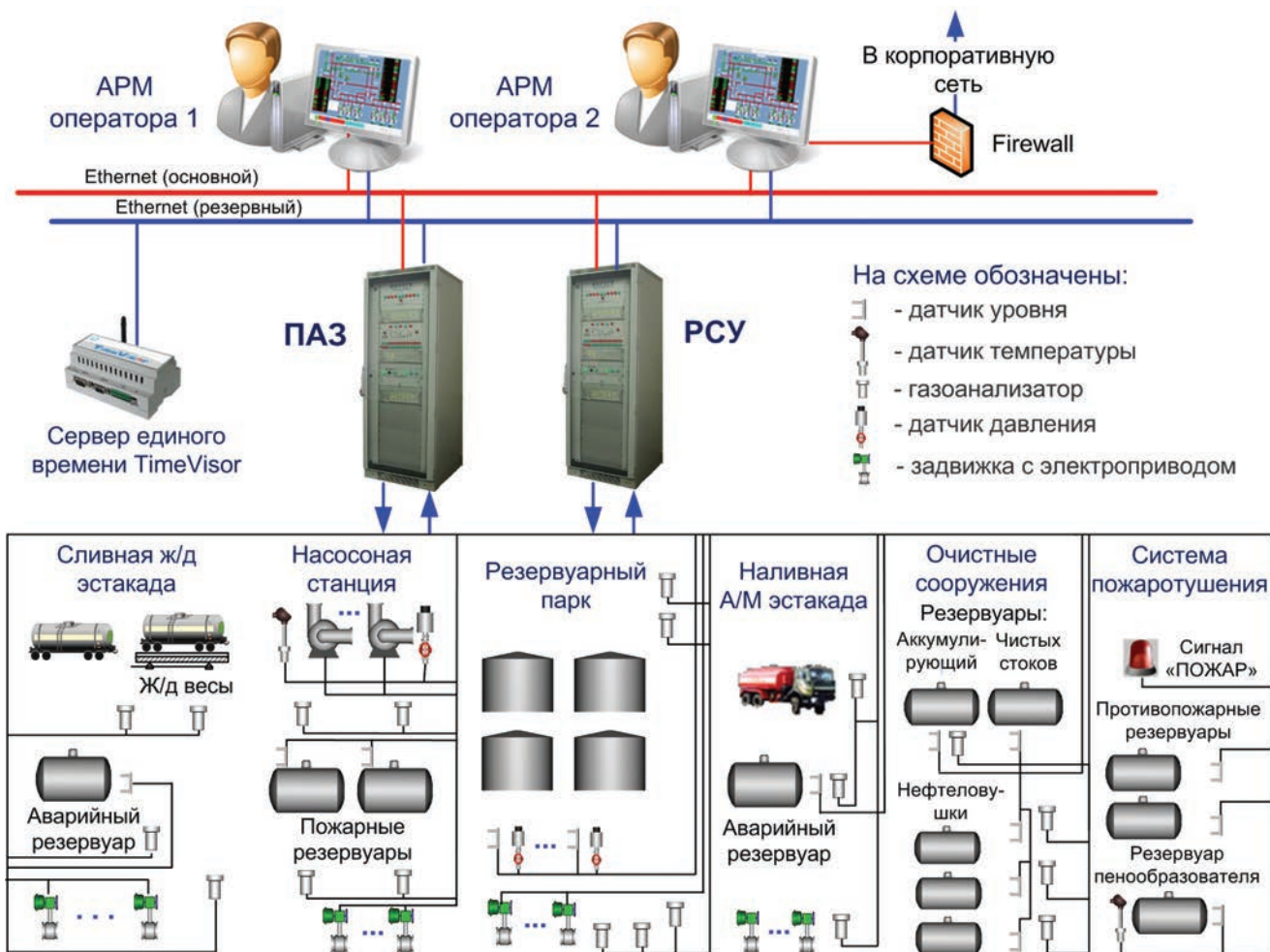


Рис. 2. Структурная схема АСУ ТП склада ГСМ (ТЗК)



Рис. 3. Промышленный контроллер DevLink-C1000@



Рис. 4. Вычислитель расхода нефти и нефтепродуктов ЦифрОйл®

## Технические решения по автоматизации нефтебаз, нефтехранилищ, складов ГСМ, топливозаправочных комплексов

Многолетний опыт работы по автоматизации нефтебаз, нефтехранилищ, складов ГСМ, топливозаправочных комплексов (в т.ч. аэродромных) позволил компании «КРУГ» сформировать ряд типовых решений по автоматизации складов ГСМ и нефтепродуктов для организации оперативно-диспетчерского контроля и управления процессами хранения, слива/налива нефтепродуктов, обеспечения требуемых противоаварийных защит и технологических блокировок. Внедренные проекты успешно эксплуатируются, модернизируются и расширяются.

**При разработке системы автоматизации такого технологического объекта (АСУ ТП) применение типового решения дает ряд преимуществ:**

- уменьшение времени, а значит, и стоимости проектирования;
- использование опробованных на аналогичных объектах программных и технических средств;
- снижение затрат на инженеринговые и наладочные работы благодаря наличию готовых типовых видеокадров, алгоблоков, отчетных документов и т.д.;
- применение готовых методик по техническому обслуживанию и сопровождению данных систем.

**Цели создания современных АСУ ТП для складов ГСМ (ТЗК):**

- обеспечение требуемого уровня безопасности и надежности функционирования складов ГСМ/ТЗК в соответствии с действующими нормативными документами;
- получение данных о материальном балансе склада ГСМ/ТЗК;
- ведение коммерческого и технического учета принятых/отгруженных нефтепродуктов;
- повышение экологической безопасности;
- снижение уровня трудоемкости технологических операций;
- минимизация влияния человеческого фактора.

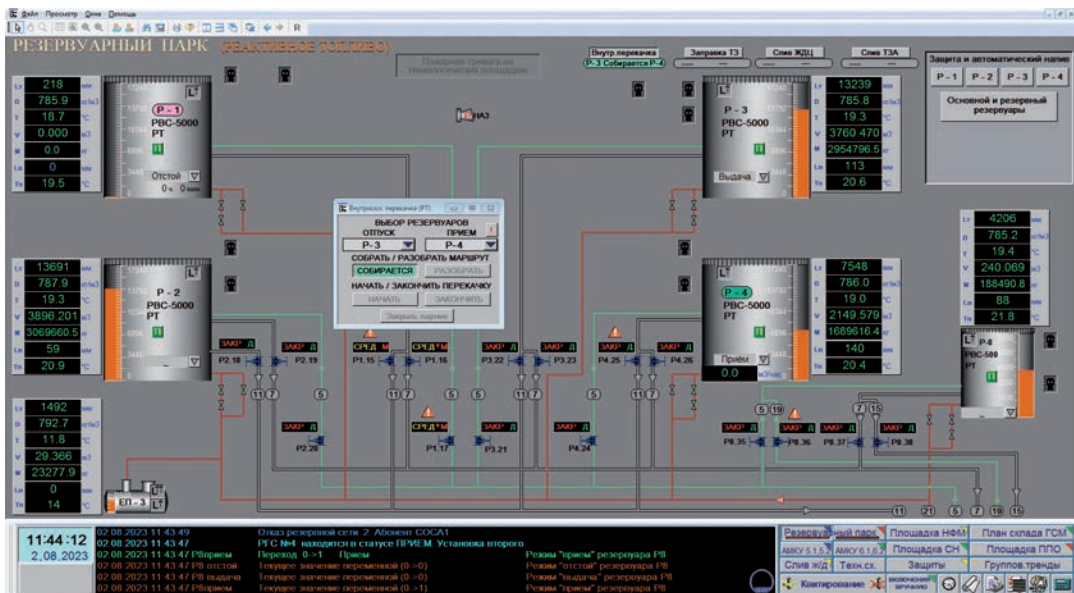


Рис. 5. Резервуарный парк

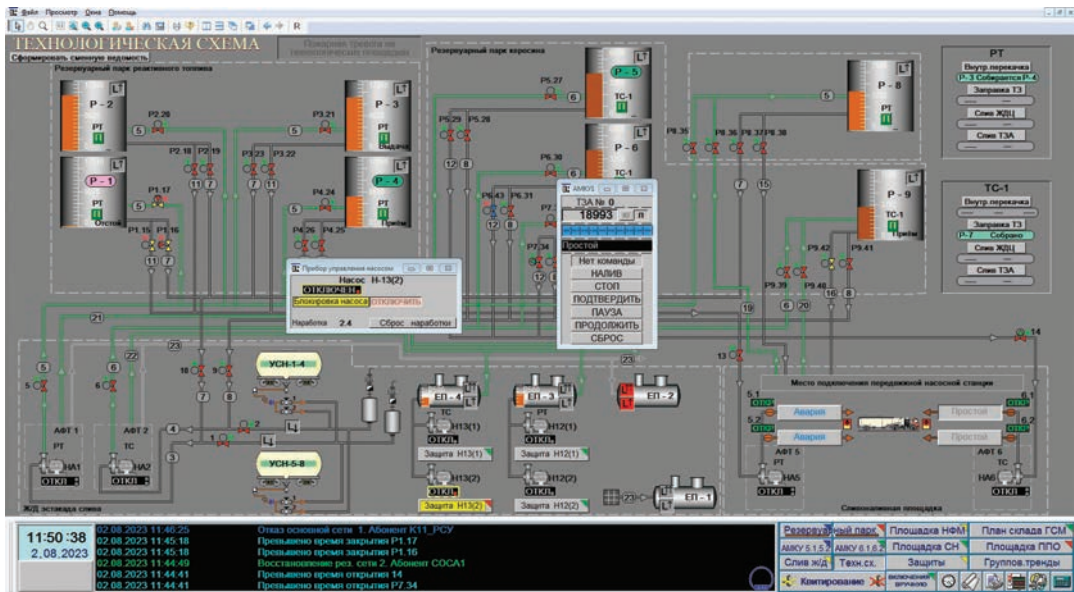


Рис. 6. Технологическая схема резервуарного парка с отображением собранного маршрута

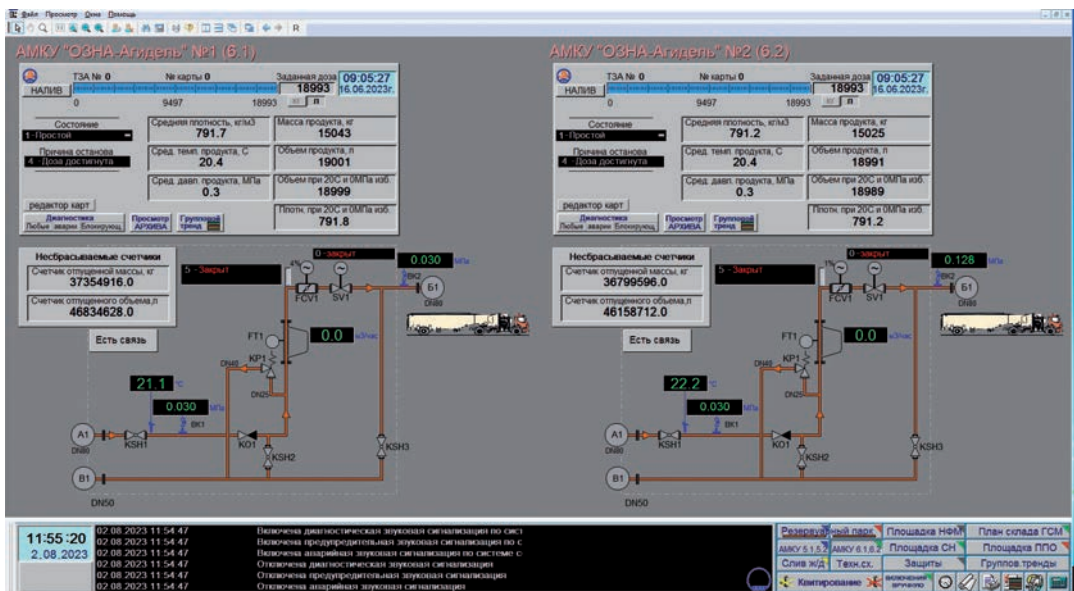


Рис. 7. Автоматизированные модули коммерческого учета



### **Автоматизированные технологические объекты и оборудование:**

- резервуарные парки (рис. 5 и 6) и технологические трубопроводы;
- сливные и наливные железнодорожные и автомобильные эстакады;
- насосно-фильтровальные станции с модулями коммерческого учета (рис. 7);
- дренажные емкости, емкости сбора и откачки утечек;
- дизельные электростанции;
- оборудование пожаротушения;
- котельная.

### **Помимо типовых функций, применительно ко всем АСУ ТП стоит выделить специфические складам ГСМ/ТЗК:**

- контроль статуса резервуаров (прием, выдача, отстой топлива) с защитой от ошибочных действий персонала при сборке маршрута;
- автоматическое переключение резервуаров – основной/резервный при осуществлении сливо-наливных операций;
- автоматическая сборка и разборка маршрутов движения топлива с учетом наличия паспорта топлива;
- автоматический расчет времени отстоя топлива в резервуаре с блокировкой дальнейшего движения.

### **Внедрение данного технического решения обеспечивает:**

- снижение затрат на техническое обслуживание оборудования и эксплуатацию склада ГСМ;
- сокращение числа обслуживающего персонала;
- повышение надежности эксплуатации технологического оборудования;
- защиту оборудования и окружающей среды;
- обеспечение «прозрачности» складских операций и учета нефтепродуктов на складах;
- контроль доступа к функциям АСУ ТП;
- возможность бесшовного расширения системы: поэтапное подключение дополнительных датчиков и исполнительных механизмов к контроллеру, увеличение количества АРМ и т.д.

## **Сертификация ПАК ПТК КРУГ-2000® и информационная безопасность**

ПАК ПТК КРУГ-2000® включен в Реестры российской промышленной продукции (ПП РФ №719) и российской радиоэлектронной продукции (ПП РФ №878) Минпромторга РФ.

SCADA КРУГ-2000® внесена в Реестр отечественного ПО Минцифры РФ под номером 541. Может работать под управлением как операционной системы Windows, так и под управлением отечественных ОС (Astra Linux, РЕД ОС).

Среда исполнения контроллеров (СРВК) внесена в Реестр отечественного ПО Минцифры РФ под номером 5769.

Контроллер DevLink-C1000® включен в Реестры российской промышленной продукции (ПП РФ №719) и российской радиоэлектронной продукции (ПП РФ №878) Минпромторга РФ, внесен в Госреестры средств измерений РФ и Республики Казахстан.

ЦифрОйл внесен в Реестр российской промышленной продукции Минпромторга РФ (ПП РФ №719) и в Реестр средств измерений РФ (регистрационный №75827-19). Соответствует требованиям ТР Таможенного союза (декларация ЕАЭС № RU Д-РУ.АК01.В.08766/19). Защищен патентом Федеральной службы по интеллектуальной собственности РФ (№2723773).

Вследствие этого ПАК ПТК КРУГ-2000® может рассматриваться как реальная замена импортных аналогов систем промышленной автоматизации.

***Особое внимание мы уделяем вопросам информационной безопасности.***

Если объект автоматизации категорирован как объект КИИ и требуется использование сертифицированных СЗИ, то системным интеграторам при проектировании АСУ ТП на базе ПАК ПТК КРУГ-2000® мы рекомендуем привлекать компании-партнеры: АО «Лаборатория Касперского», ООО «Инфовотч АРМА» и АО «ИнфоТеКС». Данные компании обладают всеми необходимыми разрешениями и лицензиями в области информационной безопасности, а СЗИ их производства успешно прошли испытания на совместимость с ПАК ПТК КРУГ-2000®.

Сравнение свойств и функционала ПАК ПТК КРУГ-2000® с его зарубежными аналогами показывает, что по многим своим характеристикам он не уступает им. Некоторые специфические функции, которые требуются Заказчиком, дорабатываются в короткие сроки, т.е. гибкость и возможность кастомизации под требования Заказчика у ПАК ПТК КРУГ-2000® даже выше, чем у зарубежных аналогов. Все эти преимущества приводят к достижению одной из основных целей – снижению совокупной стоимости владения автоматизируемым технологическим объектом в целом.

## **Примеры внедрений**

- АСУ ТП склада нефтепродуктов судового сервисного центра «База Технического Обслуживания Флота – Терминал» – крупнейший объект в Новороссийске с проектным грузооборотом 540 тысяч тонн в год;
- АСУ ТП приема, хранения и отпуска нефтепродуктов на нефтебазе в Тихорецке (ПАО «НК «Роснефть» – Кубаньнефтепродукт»);
- АСУ ТП парков нефтезаводов Киришинефтеоргсинтез, Туапсинского НПЗ, Сургутского ЗСК, Ярославского НПЗ, Павлодарского НХЗ (Республика Казахстан);
- АСУ ТП аэродромных ТЗК семнадцати объектов на всей территории России.



**ООО НПФ «КРУГ»**  
440028, Россия, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, 1  
тел. (8412) 499-775  
e-mail: [krug@krug2000.ru](mailto:krug@krug2000.ru)  
<https://krug2000.ru>