



## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

комплексов резонансного заземления нейтрали

в сетях 6-35 кВ



производства Sieyuan Electric Co., LTD

**Sieyuan**  
RUSSIA 

[www.sieyuan.ru](http://www.sieyuan.ru)

г.Москва

## Назначение

Наиболее распространённым видом повреждений в электрических системах являются однофазные замыкания на землю (ОЗЗ). В системах с изолированной нейтралью, через точку однофазного замыкания протекает емкостной ток. При средних токах дуга может приводить к существенным перенапряжениям, а при больших токах дуга может гореть неограниченно долго и, в конце концов, перебрасывается на другие фазы, приводя к многофазному короткому замыканию электрической сети и отключению линии.

В «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» прописаны требования к режимам заземления нейтрали сетей 6–35 кВ через дугогасящие реакторы (ДГР). Так, в пункте 5.11.10 ПТЭ сказано: «Дугогасящие аппараты должны иметь резонансную настройку, а в пункте 5.11.12 ПТЭ сказано: «В сетях 6–10 кВ, как правило, должны применяться плавнорегулируемые дугогасящие реакторы с автоматической настройкой компенсации».

Комплекс резонансного заземления нейтрали (РЗН) предназначен, для снижения аварийности в высоковольтных системах электроснабжения напряжением 6-35 кВ с изолированной нейтралью при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ) путем заземления нейтрали через плавнорегулируемый ДГР с автоматической компенсацией ёмкостного тока замыкания на землю, а так же исключения перехода однофазных замыканий в многофазные короткие замыкания электрической сети.

Комплекс РЗН может использоваться в сети собственных нужд (СН) электростанций в металлургической, угольной, нефтяной и химической промышленности, а так же других крупных подстанциях и является идеальным оборудованием компенсации емкостного тока при возникновении однофазного замыкания на землю.

### Описание принципа работы комплекса РЗН

При однофазном замыкании на землю возникает суммарный ток замыкания на землю, для компенсации которого в цепь вводится индуктивный ток, равный по величине и обратный по направлению суммарному току короткого замыкания, что приводит к компенсации емкостного тока замыкания на землю. В результате компенсации частота собственных колебаний цепи равна частоте сети, т.е. в сети имеет место явление резонанса для токов основной частоты, именуемое «резонансным заземлением нейтрали».

Индуктивность дугогасящего реактора комплекса РЗН плавно регулируется изменением ёмкости блока конденсаторов вторичной обмотки ДГР состоящего из 5-ти низковольтных конденсаторов, путем подключения при помощи вакуумных контакторов разного количества конденсаторов (от 1 до 5) что приводит к плавному изменению индуктивности первичной обмотки ДГР комплекса РЗН.

Управление плавным регулированием ДГР осуществляется микропроцессорным контроллером МИРК-5, производства компании ООО «Микро-Инжиниринг», г. Москва, которые используя одновременно четыре алгоритма автоматической настройки компенсации, обеспечивая необходимую точность резонансной настройки во всем диапазоне токов компенсации не зависящую от добротности компенсируемого контура.

В сетях, где степень естественной несимметрии близка к нулю (например: кабельные сети) для правильной работы комплекса РЗА и создания регулирующих воздействий на сеть создается искусственная несимметрия посредством блока смещения нейтрали БСН-МИРК ООО «Микро-Инжиниринг», г. Москва

Автоматическое определение поврежденного фидера при ОЗЗ в комплексе РЗН обеспечивается посредством блока ОПФ-МИРК ООО «Микро-Инжиниринг», г. Москва.

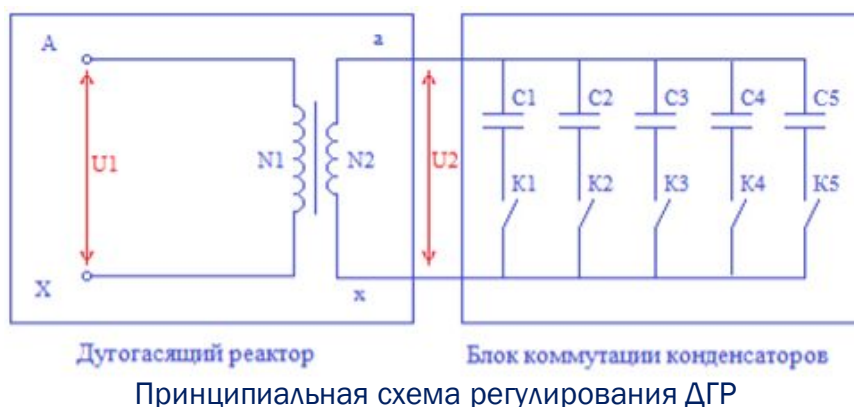
#### Состав комплекса РЗН



## Регулирование индуктивности ДГР

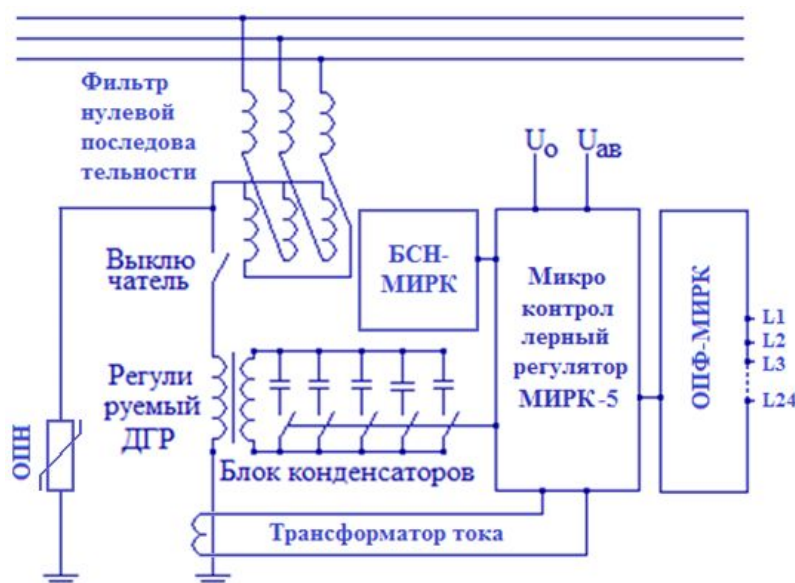
Регулирование индуктивности ДГР производится посредством изменения ёмкости блока конденсаторов подключенного к вторичной обмотке ДГР. В соответствии с принципами преобразования импеданса, изменение ёмкости на вторичной обмотке ДГР влияет на изменение индуктивности ДГР. Коммутация параллельно соединённых конденсаторов в разных комбинациях обеспечивают большой диапазон регулирования индуктивности ДГР с высокой точностью.

Например: для 4-х конденсаторов доступны 16 комбинаций включения, что соответствует 16 ступеням регулирования ДГР, для 5-ти конденсаторов доступны 32 комбинации включения, что соответствует 32 ступеням регулирования ДГР. Коммутация конденсаторов производится вакуумными контакторами, что обеспечивает высокую скорость переключений ступеней.



ДГР с током компенсации не менее 100А имеют промежуточные отводы первичной и вторичной катушек, обеспечивающие поэтапную компенсацию, в ДГР с током компенсации ниже 100 А промежуточные отводы отсутствуют. Диапазон регулирования тока компенсации составляет от 2А до номинального тока компенсации.

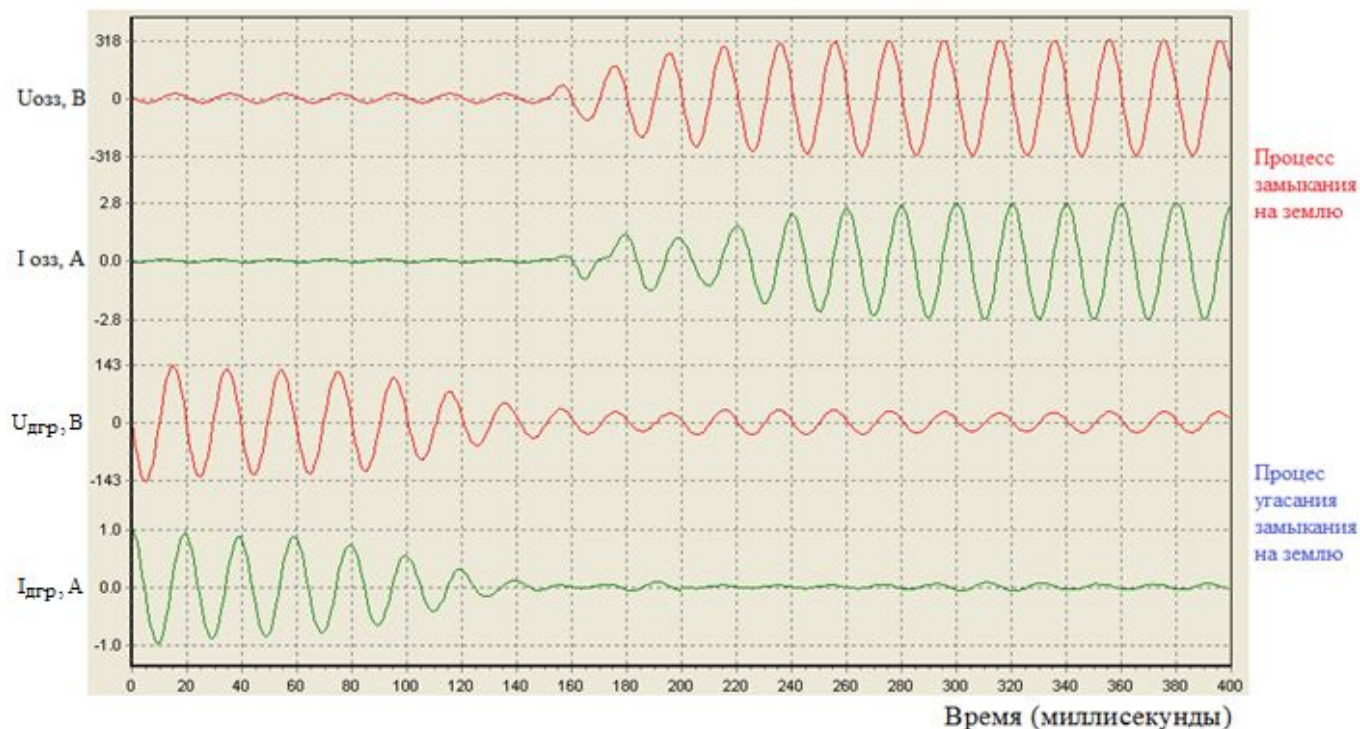
## Принципиальная схема подключения комплекса РЗН





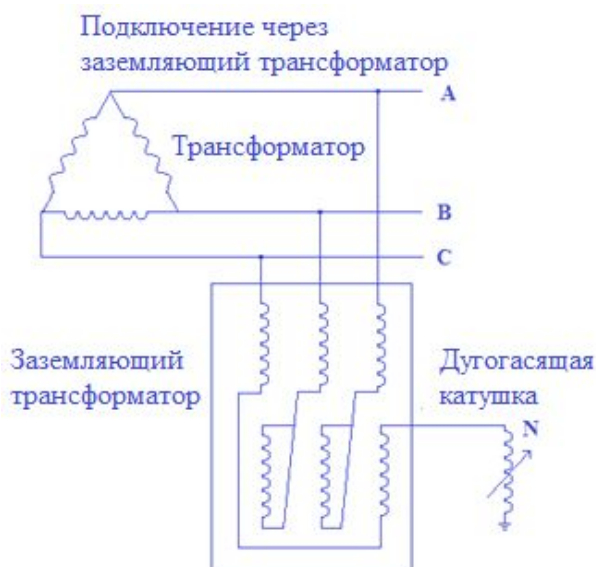
### Пример осциллограммы работы комплекса РЗН

Угасание напряжения при коротком замыкании на землю: (119 мсек, -97,95 В)



### Схемы подключения нейтрали комплекса РЗН

ДГР комплекса РЗН включаются между точкой заземления и выведенной нейтралью трансформатора, а если нет трансформатора с соединением обмоток "звезда", то через "искусственную нейтраль" фильтра нулевой последовательности.



### Микроконтроллерный регулятор МИРК-5

Микроконтроллерный регулятор МИРК-5 обеспечивает необходимую точность резонансной настройки, одновременно используя четыре алгоритма расстройки:

- по сдвигу фаз  $\varphi$  между опорным напряжением  $U_{оп}$  и напряжением смещения нейтрали  $U_0$ ;
- по изменению амплитуды напряжения смещения нейтрали  $U_0$ ;
- одновременно по двум параметрам: сдвигу фаз  $\varphi$  между  $U_{оп}$  и  $U_0$  и по изменению амплитуды напряжения смещения нейтрали  $U_0$ ;
- измерение степени расстройки компенсации по сравнению частоты свободных колебаний контура нулевой последовательности при ОЗЗ и работе БСН-МИРК.



Посредством блока смещения нейтрали БСН-МИРК обеспечивает создания искусственного смещения нейтрали: с помощью высоковольтного конденсатора или трансформатора ТМПС.

Микроконтроллерный регулятор МИРК-5 позволяет работу на естественной несимметрии в воздушных сетях, обеспечивая выравнивание несимметрии сети с помощью блока смещения нейтрали БСН-МИРК.

Регулятор МИРК-5 выполнен с использованием микроконтроллера серии TMS 320 фирмы Texas Instruments обладающего высокими техническими характеристиками. Высокая производительность, возможность быстрой цифровой обработки аналоговых сигналов, поддержка портов разного типа, возможность отслеживания внешних аналоговых и дискретных сигналов и управления большим количеством внешних устройств дали возможность создать устройство современного уровня.

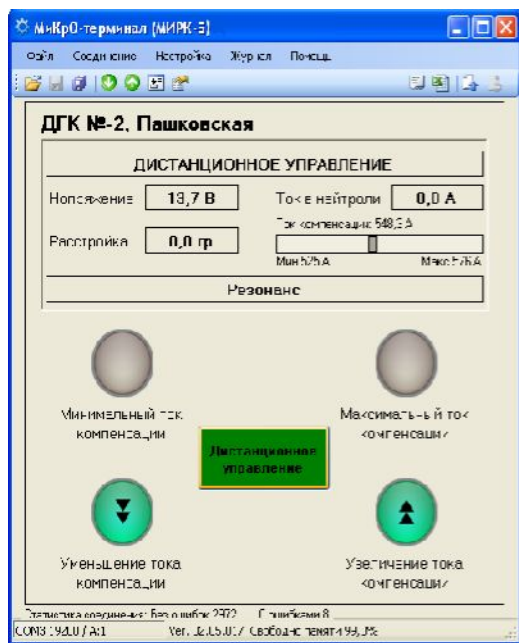
Большой объем запоминающего устройства позволяет долгое время хранить все изменения в работе ДГР, которые в последствии могут быть получены в виде журнала предыдущих событий.

#### Краткие технические характеристики МИРК-5:

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| - напряжение питания, В                                  | – 220;                        |
| - ток потребления макс, ВА                               | – 5;                          |
| - частота процессора, МГц                                | – 20;                         |
| - объем памяти, МБ                                       | – 4;                          |
| - порты связи  | – RS-485, CAN, USB, MicroLAN; |
| - аналоговые входы без гальванической развязки           | – 2;                          |
| - аналоговые входы с гальванической развязкой            | – 2;                          |
| - дискретно/аналоговые входы с гальванической развязкой  | – 8;                          |
| - дискретно/аналоговые выходы с гальванической развязкой | – 3;                          |
| - дискретные выходы с гальванической развязкой           | – 5;                          |
| - вес устройства не более, кг                            | – 3;                          |

Конфигурация материнской платы МИРК-5 позволяет делать апгрейд устройства с установкой более мощного микроконтроллера и большего объема энергонезависимой памяти простой заменой дополнительной платы.

Для отображения информации состояния автоматического регулятора МИРК-5 и меню управления применен жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) разрешением 320x240 точек, что дало возможность выводить графическую информацию с высоким качеством.



Наличие в МИРК-5 интерфейсов CAN, USB2.0, RS-485, MicroLAN позволяет оперативно получать и передавать информацию о работе ДГР: степени расстройки компенсации, времени возникновения и исчезновения замыкания на землю, токе компенсации ДГР, температуре реактора и др.

С помощью специального ПО «Микро-Терминал» (МИРК-5) с компьютера диспетчера можно осуществлять удаленный доступ (по RS-485, Ethernet) и управление ДГР, установленным на ПС диспетчера. На рисунке показан интерфейс программы

Все изменения могут передаваться на компьютер диспетчера в виде текущей информации с заданной периодичностью или в виде журнала накопленных событий.

## Блок автоматического определения поврежденного фидера ОПФ-МИРК

Блок автоматического определения поврежденного фидера ОПФ-МИРК позволяет определять поврежденный фидер при возникновении однофазного замыкания на землю по ряду параметров с занесением в журнал событий. Работает по сети CAN с микроконтроллерным регулятором МИРК-5 как с контроллером верхнего уровня



При объединении секций МИРК-5 позволяет совместную работу регуляторов по CAN-интерфейсу в режиме "Ведущий - Ведомый", что оптимизирует параллельную работу двух ДГР.

Возможна работа комплекса РЗН в режиме параллельной установки с существующими ступенчатыми ДГР типа ЗРОМ или РЗДСОМ. Ступенчатый ДГР при параллельном использовании будет работать на выбранной отпайке, а комплекс РЗН обеспечит точную настройку в резонанс, при любых режимах работы сети отслеживая все текущие изменения ёмкостного тока.

### Параметры типовых заземляющих трансформаторов сухого типа

Модель	Ном. напряжение	Ном. мощность	Ном. ток	Вес	Размеры В*Ш*Г	Габариты по осям
	кВ	кВА	А	кг	мм	мм
DSJG-110/6.3	6,3	110	30	600	1150 * 550 * 880	700 * 450
DSJG-180/6.3-50/0.4	6,3	180	50	730	1150 * 600 * 950	750 * 550
DSJG-200/6.3-100/0.5	6,3	200	28	620	1130 * 550 * 880	700 * 500
DSJG-300/6.3-180/0.4	6,3	300	50	770	1280 * 650 * 900	820 * 600
DSJG-120/10.5-100/0.4	10,5	120	20	730	1240 * 600 * 850	800 * 550
DSJG-150/10.5	10,5	150	25	800	1250 * 600 * 930	800 * 550
DSJG-182/10.5-100/0.4	10,5	182	30	880	1270 * 600 * 880	800 * 550
DSJG-250/10.5-50/0.4	10,5	250	33	1100	1440 * 700 * 1090	950 * 650
DSJG-300/10.5-50/0.4	10,5	300	50	1140	1400 * 650 * 1110	900 * 600
DSJG-315/10.5-115/0.4	10,5	315	33	1100	1440 * 700 * 1090	850 * 550
DSJG-400/10.5-100/0.4	10,5	400	50	1150	1430 * 700 * 1110	950 * 650
DSJG-500/10.5-100/0.4	10,5	500	70	1280	1530 * 700 * 1250	950 * 650
DSJG-630/10.5-250/0.4	10,5	630	104	2100	1750 * 800 * 1320	1100 * 750
DSJG-700/10.5-100/0.4	10,5	700	100	1690	1650 * 750 * 1220	1000 * 700
DSJG-900/10.5	10,5	900	150	2350	1880 * 750 * 1270	1000 * 700

### Параметры типовых ДГР сухого типа

Модель	Ном. напряжение	Ном. мощность	Ном ток	Вес	Размеры В*Ш*Г	Габариты по осям
	кВ	кВА	А	кг	мм	мм
DXG-110/6.3	6,3	110	30	620	770 * 550 * 1000	350 * 500
DXG-180/6.3	6,3	180	50	750	850 * 600 * 1020	400 * 550
DXG-220/6.3	6,3	220	60	850	850 * 600 * 1120	400 * 550
DXG-290/6.3	6,3	290	80	950	910 * 650 * 1160	450 * 600
DXG-182/10.5	10,5	182	30	670	950 * 650 * 1050	450 * 600
DXG-240/10.5	10,5	240	40	880	970 * 700 * 1150	450 * 650
DXG-300/10.5	10,5	300	50	970	1050 * 700 * 1100	500 * 650
DXG-315/10.5	10,5	315	52	1100	1050 * 700 * 1160	500 * 650
DXG-364/10.5	10,5	364	60	1230	1110 * 750 * 1160	550 * 700
DXG-400/10.5	10,5	400	66	1260	1140 * 750 * 1170	550 * 700
DXG-485/10.5	10,5	485	80	1410	1200 * 800 * 1190	600 * 750
DXG-910/10.5	10,5	910	150	2600	1300 * 850 * 1570	650 * 800
DXG-1210/10.5	10,5	1210	200	3600	1400 * 950 * 1720	700 * 900
DXG-670/38.5	38,5	670	30	2500	1500 * 900 * 1870	700 * 850
DXG-760/38.5	38,5	760	34	2550	1580 * 900 * 1830	700 * 850



Комплекс РЗН сухого типа



Номинальное напряжение, кВ 6 - 35;  
Диапазон мощности, кВА 100 - 3300;

Комплекс РЗН масляный



Номинальное напряжение, кВ 6 - 35;  
Диапазон мощности, кВА 100 - 4400;

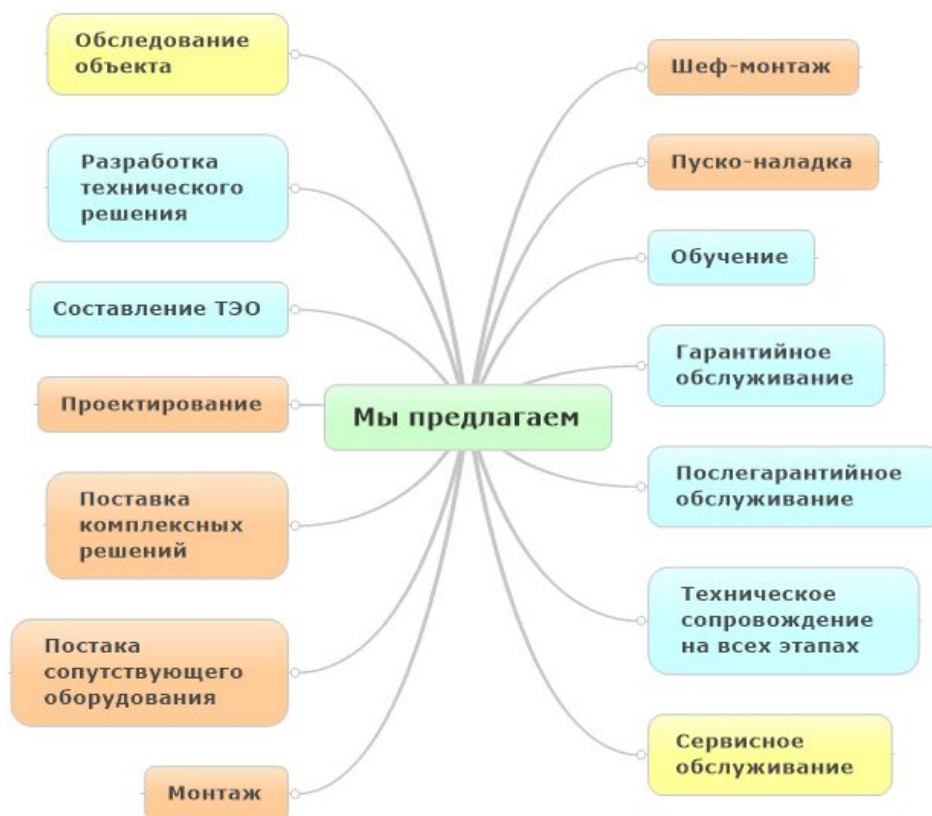
## ПРЕИМУЩЕСТВА РАБОТЫ С НАМИ

При выборе технологического решения важны не только характеристики и качество самого оборудования, но и не менее значительную роль играет **правильный выбор** компании, которая будет воплощать идею в жизнь.

Выбирая «Доктор МегаВатт», **Вы гарантированно получаете:**

- Независимую экспертную оценку объекта
- Оптимальное решение поставленной задачи
- Высококачественное, современное и проверенное оборудование
- Максимально возможно короткие сроки поставки
- Профессиональные работы по внедрению
- Обучение
- Фирменную гарантию на оборудование и работы
- Сервисное обслуживание даже в послегарантийный период
- Техническое сопровождение
- Выгодные финансовые программы

**Для клиентов** – профессиональный подход к решению задач обеспечения надежности электро-снабжения и улучшения качества электроэнергии, включающий в себя все этапы:



**Для партнеров** – взаимовыгодные условия сотрудничества, обучение, стажировка.

Мы рассчитываем на **стратегическое партнерство** с нашими заказчиками, заинтересованными в высокоэффективной работе своего оборудования и выпуске конкурентоспособной продукции и услуг.

Мы считаем, что вместе с успехом бизнеса наших Заказчиков растет бизнес и нашей компании.

С уважением  
и готовностью к сотрудничеству,  
генеральный директор ООО «А-Старт»



С.В. Доронин