



Инженерный центр  
«Автоматизация  
ресурсосберегающих  
технологий»

[www.ic-art.ru](http://www.ic-art.ru)

# Технология частотного регулирования Решения для предприятий нефтегазового сектора

Регулируемый электропривод

---

Бесперебойное питание  
электроприводов

---

Гибридные системы  
Компенсация ударных нагрузок

---

Активные фильтры  
Компенсация гармоник  
и реактивной мощности

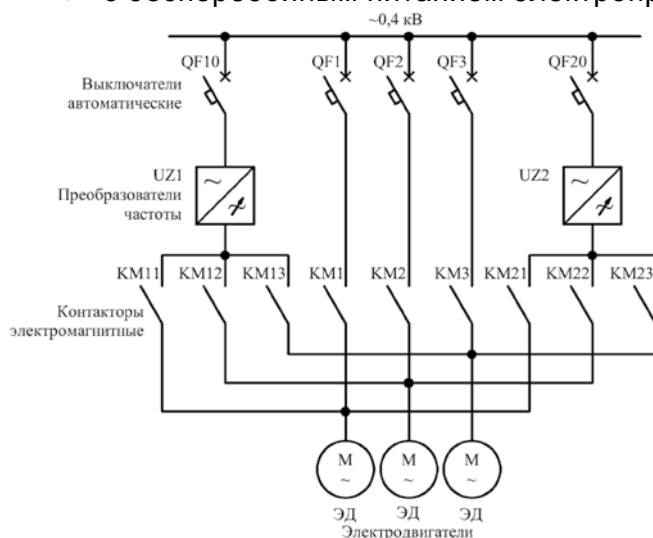
---

Ремонт преобразователей  
частоты

**Системы частотного регулирования (СЧР)** создаются на базе статических преобразователей частоты (ПЧ), осуществляют автоматизированное управление технологическими процессами, снижают удельные затраты электроэнергии, увеличивают ресурс машин и механизмов и легко интегрируются с другими локальными системами автоматизации в АСУ ТП.

Поставляем **низковольтные системы частотного регулирования:**

- ▶ для электродвигателей мощностью до 2500 кВт (0,4 кВ и 0,69 кВ);
- ▶ для асинхронных и синхронных электродвигателей любых типов;
- ▶ для одиночного и группового электропривода;
- ▶ с «общей шиной» переменного или постоянного тока;
- ▶ с низким уровнем высших гармоник в питающей сети (с выпрямителем AFE или с интегрированным активным фильтром);
- ▶ с бесперебойным питанием электроприводов по шине постоянного тока и др.



**Пример.** Структурная схема СЧР на три агрегата с резервированием.

СЧР насосной установки на базе низковольтного комплектного устройства.

На базе систем частотного регулирования автоматизируем различные технологические установки.

Выполняем наладку, диагностику и техническую поддержку автоматизированных систем сторонних производителей.



Наладка преобразователя частоты EMOTRON мощностью 1 МВт мультифазной насосной станции.



Наладка системы управления мультифазной насосной станции.

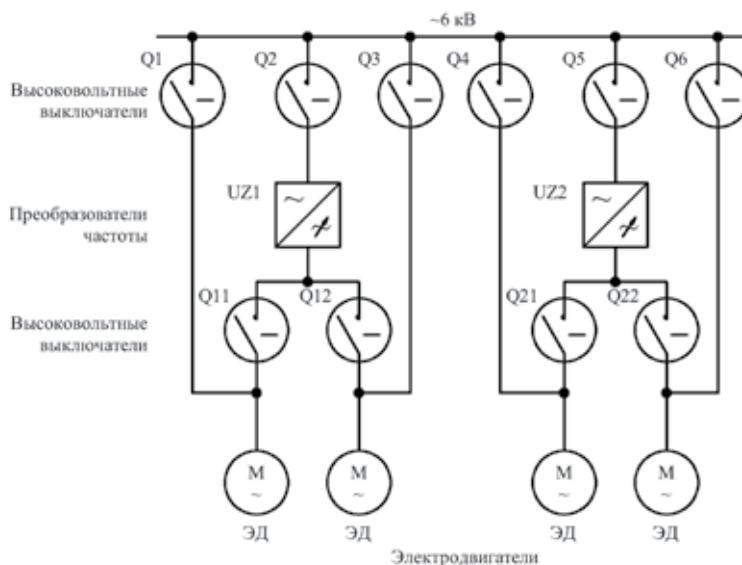
## системы частотного регулирования

Поставляем **высоковольтные системы частотного регулирования:**

- ▶ для электродвигателей мощностью от 200 кВт до 10 МВт, напряжением до 10 кВ;
- ▶ с высоковольтными преобразователями частоты и с «двухтрансформаторными» схемами включения электродвигателей;
- ▶ с преобразователями частоты с воздушным и водяным охлаждением различных типов;
- ▶ с сухими и маслонаполненными трансформаторами (для «двухтрансформаторных» схем);
- ▶ для работы с асинхронными и синхронными электродвигателями;
- ▶ с бесперебойным питанием преобразователей частоты в «двухтрансформаторных» схемах включения.



Наладка преобразователя частоты  
HYUNDAI N5000 (800 кВт, 6 кВ)



**Пример.** Структурная схема высоковольтной СЧР на четыре агрегата с резервированием.

На базе высоковольтных систем частотного регулирования автоматизируем различные технологические установки.

Выполняем наладку высоковольтных преобразователей частоты разных производителей, настройку связи, диагностику и ремонт ячеек ("cells") и др.



Наладка переходных режимов пуска преобразователя частоты HYUNDAI N5000 от паротурбинной установки мощностью 1 МВт.



Наладка высоковольтной системы частотного регулирования тяго-дутьевых машин котла.

**Системы бесперебойного питания (СБП)** обеспечивают работоспособность электроприводов, в том числе крупных и высоковольтных, при различных нарушениях параметров качества электроэнергии.

Поставляем низковольтные и высоковольтные системы бесперебойного питания частотно-регулируемых электроприводов на базе преобразователей постоянного напряжения.

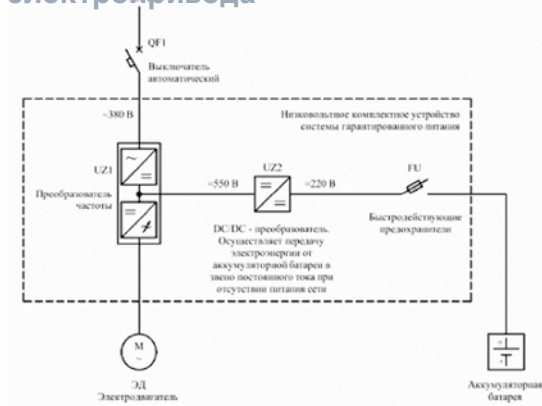
Мощность электроприводов от 15 кВт до 2,5 МВт.

Напряжение электродвигателя от 3\*380 В до 6 (10) кВ.

Время работы в автономном режиме от нескольких секунд до нескольких десятков минут.

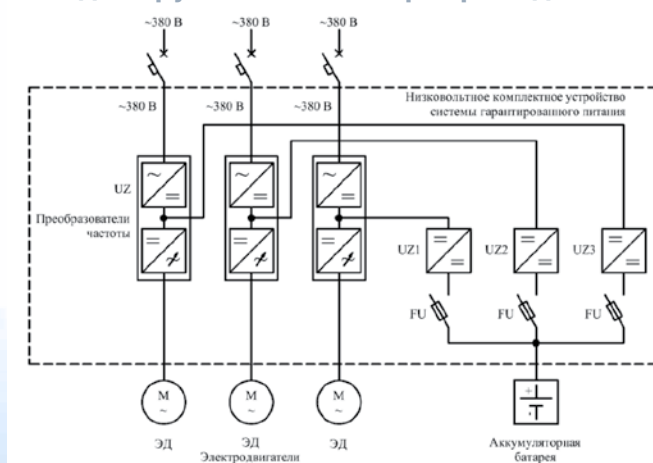
Интегрируем системы бесперебойного питания в АСУ ТП.

### СБП для одиночного частотно-регулируемого электропривода



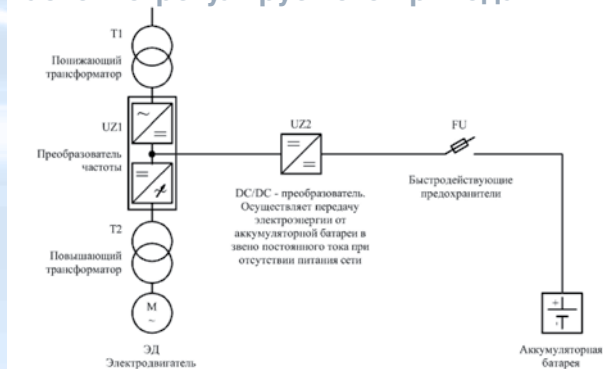
**Пример.** Электроприводы компрессоров барьерного воздуха газоперекачивающих агрегатов

### СБП для группового электропривода.



**Пример.** Электроприводы буровых установок

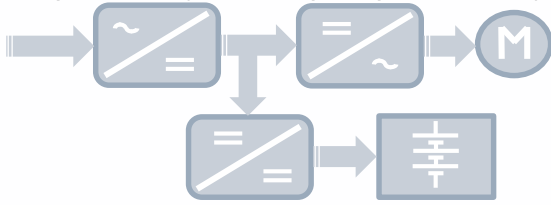
### СБП для одиночного высоковольтного частотно-регулируемого привода.



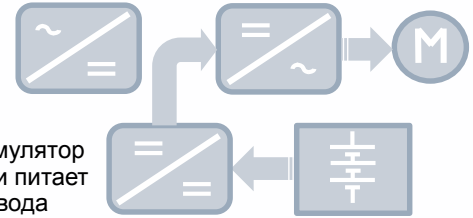
**Пример.** Электроприводы погружных насосов нефтяных месторождений

## частотно-регулируемых электроприводов

Принцип работы СБП - поддержание напряжения в звене постоянного тока ПЧ за счет энергии аккумуляторов или других накопителей, включенных через преобразователь постоянного напряжения (DC/DC-преобразователь)



В нормальном режиме аккумулятор заряжается через DC/DC-преобразователь



В аварийном режиме аккумулятор разряжается и питает инвертор привода



Пост местного управления СБП ЧРП



DC/DC-преобразователь

Тормозной прерыватель

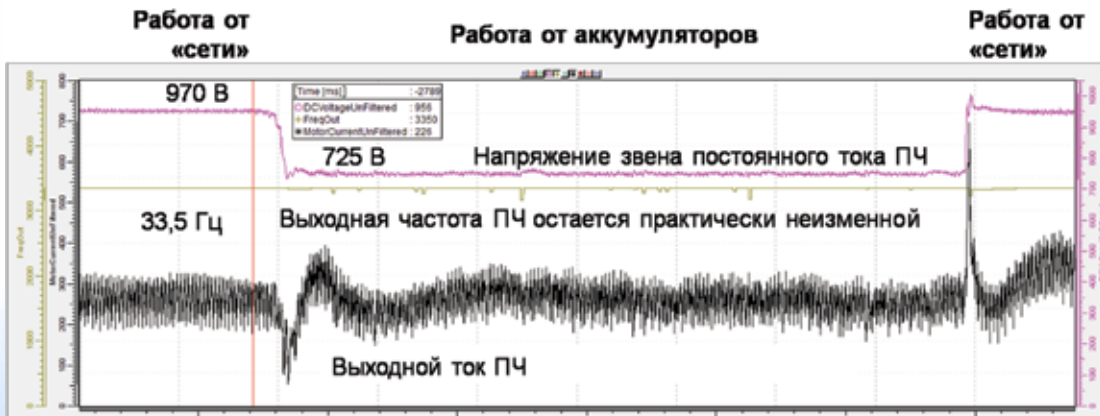
Дроссели

Аккумуляторы



Пример системы бесперебойного питания группы частотно-регулируемых электроприводов установленной мощностью 1200 кВт (электродвигатели 2\*200 кВт и 2\*400 кВт, 6 кВ).

Время автономной работы от аккумуляторов 10 секунд.



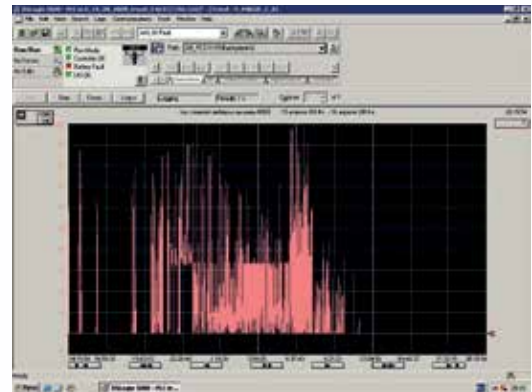
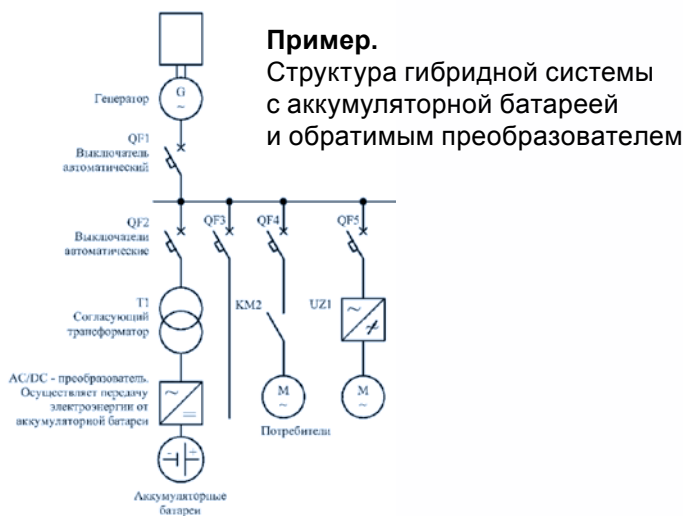
Пример переходных процессов в системе бесперебойного питания при переключении с сети на аккумуляторы и с аккумуляторов на сеть.

**Гибридные системы** электроснабжения имеют в своем составе два и более источника электроэнергии, различающихся по роду тока, напряжению и др. При работе в «слабых» сетях они позволяют:

- ▶ уменьшить «ударные» нагрузки на автономные источники (н-р, газопоршневые машины);
- ▶ уменьшить установленную мощность электростанций и трансформаторных подстанций;
- ▶ обеспечить требуемое качество электроэнергии для питания ответственных потребителей и др.

Поставляем гибридные системы

- ▶ мощностью от 100 кВт до 2 МВт;
- ▶ на базе преобразователей частоты с воздушным и водяным охлаждением;
- ▶ с накопителями электроэнергии на аккумуляторах и суперконденсаторах.



**Пример.** Резко переменные нагрузки электроприводов лебедки буровой установки вызывают провалы напряжения и снижают ресурс электростанции

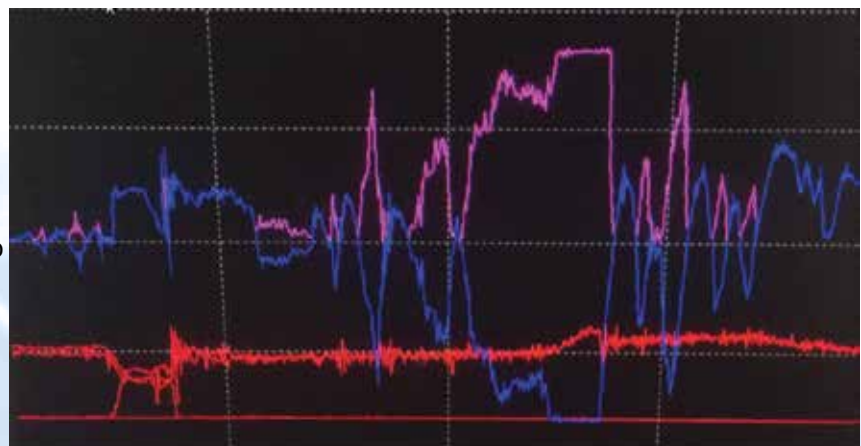
Обратимый АС/DC преобразователь «связывает» различные источники электроэнергии. Он включает:

- ▶ активный выпрямитель/автономный инвертор напряжения AFE (Active Front End),
- ▶ сетевой фильтр,
- ▶ специализированное программное обеспечение (регулирование частоты и напряжения; передача электроэнергии в обоих направлениях (из сети к накопителю и от накопителя в сеть); автоматическая синхронизация с независимыми источниками электроэнергии; регулирование внешней характеристики обратимого преобразователя и автоматическое распределение нагрузок при параллельной работе нескольких источников электроэнергии; защита оборудования преобразовательного звена).

Пример работы гибридной системы с газопоршневыми машинами и аккумуляторной батареей на 2000 А.

- ▶ Нагрузка приводов резко переменная (синяя линия).
- ▶ Ток аккумуляторной батареи «зеркально» отражает изменения тока электроприводов (фиолетовая линия).
- ▶ В результате ток нагрузки газопоршневых машин изменяется незначительно (красная линия).

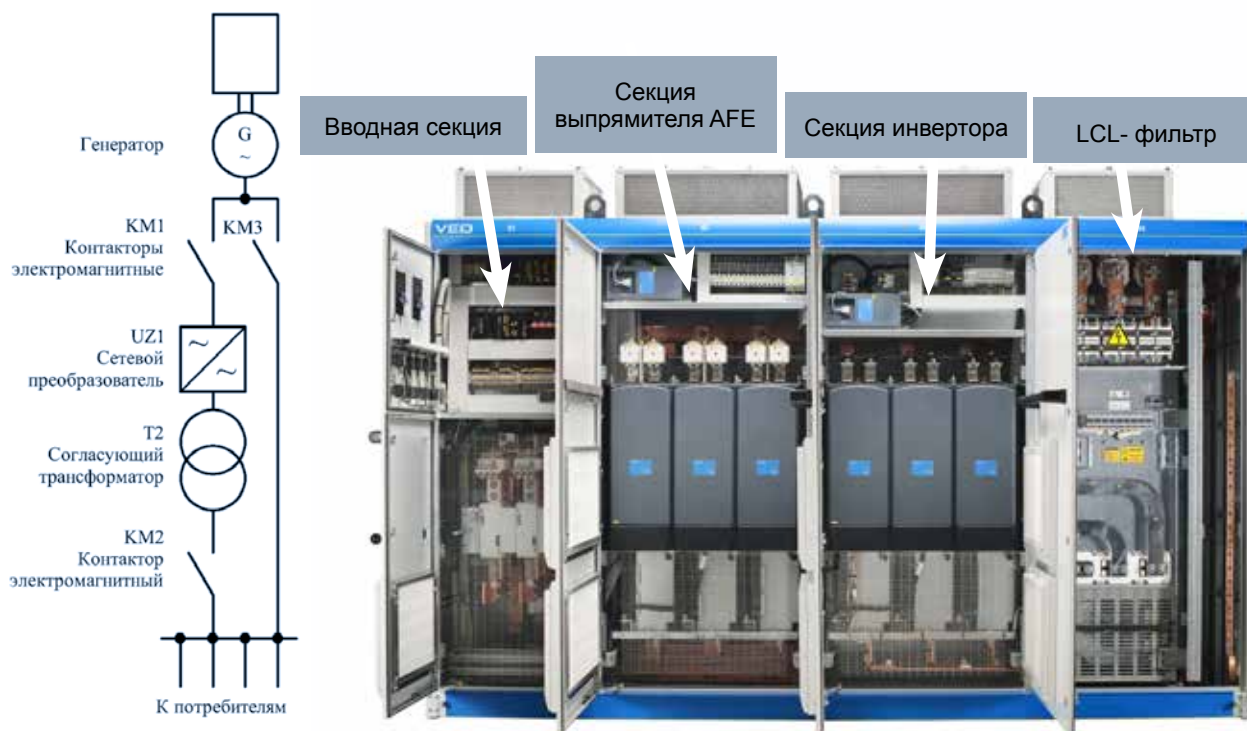
Это обеспечивает надежное электроснабжение и снижение удельных расходов топлива.



## Система «Валогенератор»

**Система «Валогенератор»** предназначена для преобразования частоты и напряжения генератора, работающего с переменной скоростью вращения, в стабильные значения параметров, необходимых для питания электроприёмников.

Позволяет оптимизировать режимы работы автономных источников электроэнергии (в т.ч. уменьшить удельный расход топлива).



**Пример.** Структура системы «Валогенератор» на базе сетевого преобразователя AFE

Сетевой преобразователь AFE мощностью 1 МВт

Поставляем системы «Валогенератор» мощностью до 2,5 МВт на базе преобразователей частоты с воздушным охлаждением и до 4 МВт – с водяным охлаждением.



Наладка преобразователя частоты системы «Валогенератор» (690 В, 1000 А)



Наладка параллельной работы установки «Валогенератор» и дизельной электростанции

Поставляем **системы динамической компенсации (СДК)** высших гармоник и реактивной мощности на базе активных фильтров.

- ▶ Компенсация высших гармоник до 49-го порядка.
- ▶ Компенсация реактивной мощности индуктивного и ёмкостного характера.
- ▶ Ток компенсации от 70 А до 8000 А (на напряжении 690 В).
- ▶ Подключение на 6 (10) кВ через согласующий трансформатор.

Предлагаем **уникальные решения «бездатчиковых» СДК, корректирующих непосредственно форму напряжения в точке подключения.** Это существенно снижает затраты на оборудование СДК.

**Компенсация высших гармоник в электроустановках с мощными электроприводами.**

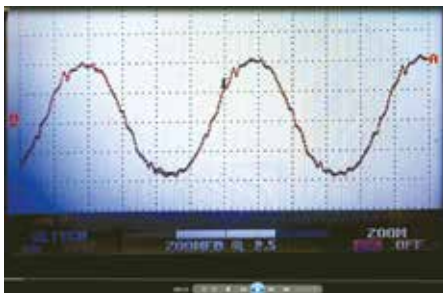
**Пример.** Буровая установка запитана от двух дизель-генераторов мощностью по 2 МВт.

В процессе бурения при токе нагрузки 3 кА коэффициент нелинейных искажений по напряжению (THDu) превышает 13%.

Включение на сборные шины 690 В активных фильтров снижает THDu до 5%.



До включения фильтров  
THDu = 13%



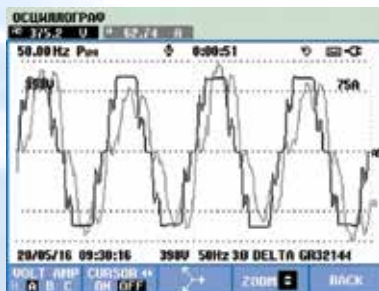
После включения фильтров  
THDu = 5%



Наладка активных фильтров на буровой платформе

**Компенсация высших гармоник в системах бесперебойного питания потребителей особой группы ОГ-1.**

**Пример.** Компрессоры барьерного воздуха и вентиляторы обдува ГТУ подключены к источнику бесперебойного питания (ИБП) мощностью 80 кВА. При пуске преобразователей частоты ответственных электроприводов коэффициент нелинейных искажений по напряжению на шинах бесперебойного питания достигает 17%. Нарушается процесс синхронизации ИБП с сетью и возникает аварийная ситуация. Включение активного фильтра на шины гарантированного питания восстанавливает синусоидальность напряжения и устраняет проблему.



**Пример.** Форма напряжения на шинах гарантированного питания до включения фильтра

Активный фильтр включен на шины бесперебойного питания компрессорной станции

**+7 (812) 445-24-22, 445-24-76**



## Компенсация высших гармоник и реактивной мощности

### Компенсация реактивной мощности индуктивного характера.

**Пример.** Буровая установка оснащена электроприводами постоянного тока с управляемыми выпрямителями (УВ). В процессе бурения коэффициент мощности на входе УВ буровых насосов составляет 0,4 – 0,7, на лебедке и системе верхнего привода 0,2 – 0,6.

Включение на сборные шины 690 В активных фильтров повышает коэффициент мощности до 0,8 и разгружает генераторы от реактивного тока (полный ток снижается примерно на 1000 А).



Группа активных фильтров, на буровой платформе

**Пример.** Кф. мощности приводов буровой лебедки (красная линия) и буровых насосов (зеленая линия)

### Компенсация реактивной мощности ёмкостного характера.

Вдольтрассовые кабельные линии являются реактивной нагрузкой ёмкостного характера. При значительных её величинах возникает опасность срабатывания защиты генераторов автономных источников электроэнергии.

Включение активных фильтров позволяет скомпенсировать ёмкостную нагрузку до безопасной величины и снизить риски прекращения электроснабжения в автономном режиме.

### Высоковольтные системы компенсации на базе активных фильтров (системы «СТАТКОМ»)

АДФ с рабочим напряжением 0,4 кВ или 0,69 кВ могут включаться через согласующий трансформатор на шины 6/10 кВ. Измерения производятся через высоковольтные трансформаторы тока.

Системы «СТАТКОМ» могут комплектоваться активными фильтрами с воздушным и с водяным охлаждением.



Активные динамические фильтры на трансформаторной подстанции



Согласующий трансформатор высоковольтной системы динамической компенсации

Инженерный центр «АРТ» является авторизованным сервисным партнером компаний «Danfoss Drives», «VEO», «We Tech», «MSc Electronics», «COMSYS», «Веспер Автоматика», «HYUNDAI Heavy Industries».

Ремонтируем преобразователи частоты «Vacon», «VLT», «Emotron», «Vesper», «Hyundai» на месторождениях, буровых платформах, компрессорных станциях, станциях перекачки нефтепродуктов и др.



Ремонт преобразователя «Emotron» мощностью 710 кВт на мультифазной насосной станции



Формовка конденсаторов звена постоянного тока преобразователя частоты «Emotron»



Полная разборка и ремонт преобразователя частоты «Vacon» мощностью 630 кВт



Ремонт синусоидального фильтра преобразователя частоты «Vacon»



Ремонт преобразователя частоты «Веспер» мощностью 1 МВт на пункте сдачи-приёмки нефтепродуктов



Ремонт синусоидального фильтра преобразователя частоты «Веспер»

## И высоковольтных преобразователей частоты

Выполняем все виды ремонта высоковольтных преобразователей частоты N5000 «HYUNDAI Heavy Industries».

Восстанавливаем дефектные ячейки («cells») преобразователей частоты «ТМЕIC», «Robicon» и др.

Выполняем измерения и диагностику на напряжениях до 10 кВ.

Параметрируем преобразователи частоты и проводим испытания после ремонта.



Восстановление дефектных ячеек высоковольтного преобразователя частоты «N5000»



Дефектация ячейки высоковольтного преобразователя частоты «Robicon»



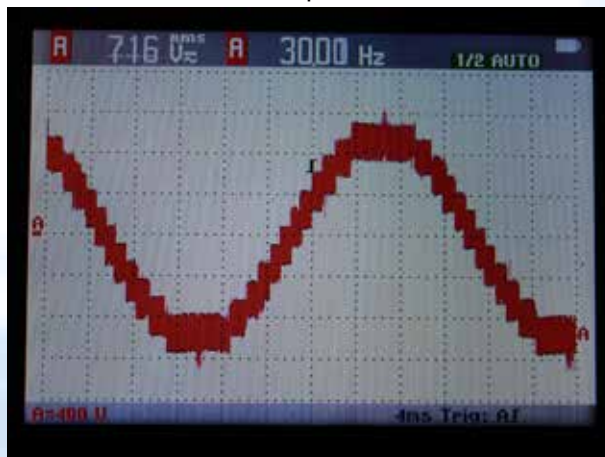
Ремонт высоковольтного преобразователя частоты «ТМЕIC»



Индивидуальные испытания преобразователя частоты «ТМЕIC» после ремонта



Измерение формы напряжения на выходе высоковольтного преобразователя частоты после замены конденсаторов ячеек

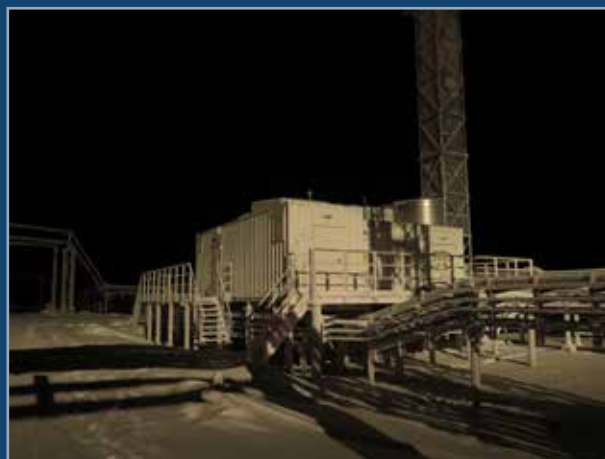


Форма напряжения на выходе высоковольтного преобразователя частоты (6 кВ)

# ПРЕДЛАГАЕМ полный комплекс работ (от проектирования до пусконаладки) по созданию

- ▶ систем частотного регулирования;
- ▶ систем бесперебойного питания частотно-регулируемых электроприводов;
- ▶ гибридных систем и систем «Валогенератор»;
- ▶ систем динамической компенсации высших гармоник и реактивной мощности.

Интегрируем локальные системы автоматизации в АСУ ТП.



## Наши Заказчики:

ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»  
(компрессорные станции)

ПАО «Варьеганнефтегаз» (Пермяковское  
и Кошильское месторождения)

ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз»  
(Ачимовское и Чистинное месторождения)

ООО «Башнефть-Полюс» (месторождения  
Титова и Требса)

ООО «РН-Ванкор» (Ванкорское  
месторождение)

ООО «Севернефть-Уренгой» (Западно-  
Ярояхинское месторождение)

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»  
(месторождение Корчагина)

ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»

ЗАО «ЛУКОЙЛ-АИК»

СЦ «Лукойлэнергосети»

ООО СП «Волгодеминойл»

АО «РИТЭК», ГПП «Волгограднефтегаз»

ООО «Транснефть-Восток»

ООО «Газпром флот»

ООО «Газпромнефть Шиппинг»

Офис Инженерного центра «АРТ»

195196, г. Санкт-Петербург, Таллинская ул., д. 7, литер «А»

Офисный центр «К12». Офис 2-Н

+7 (812) 445-24-22; 445-24-76; 445-23-47

e-mail: office@ic-art.ru

[www.ic-art.ru](http://www.ic-art.ru)

