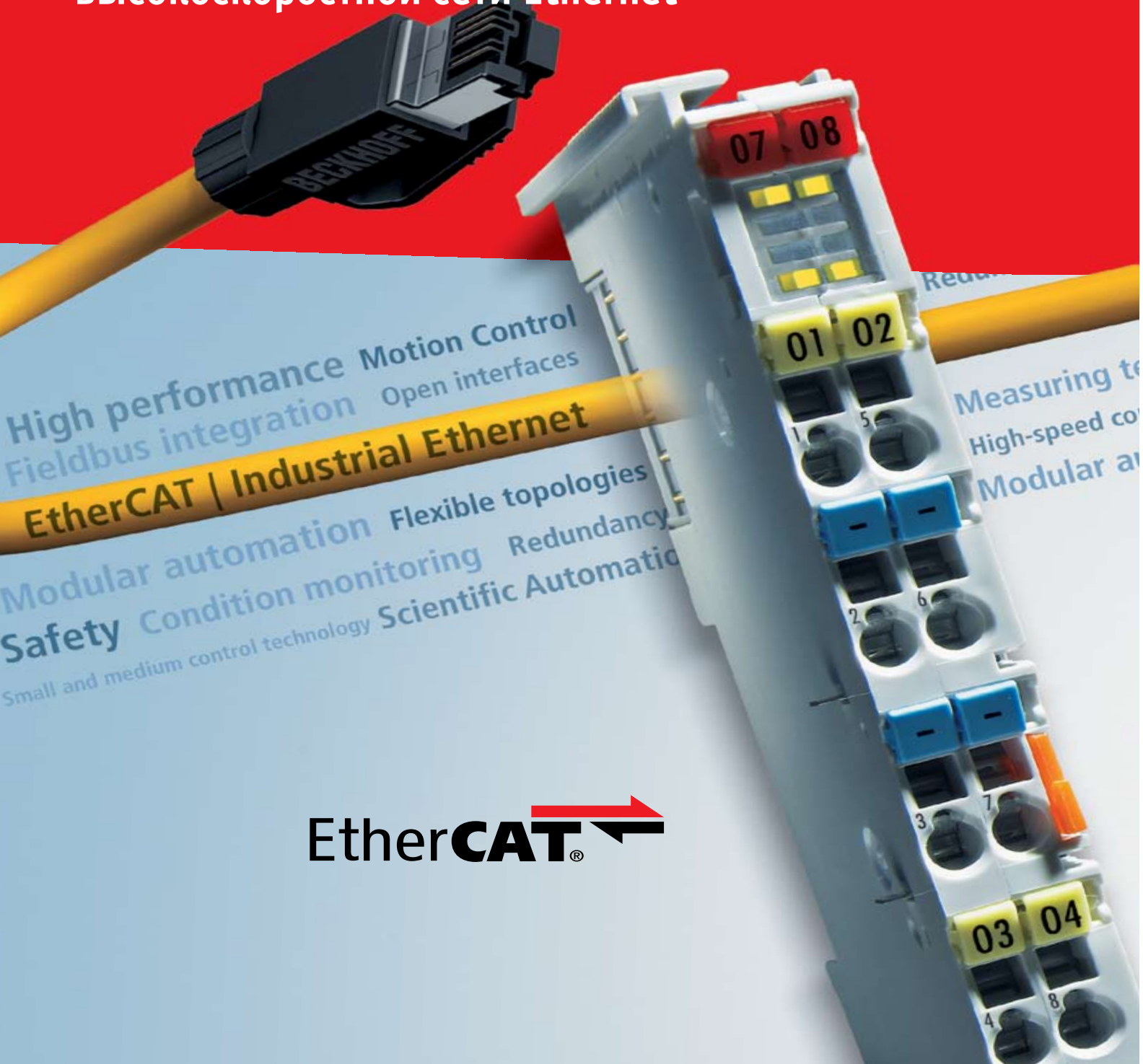


# EtherCAT |

## Снижение издержек за счет использования высокоскоростной сети Ethernet



# EtherCAT®

## BECKHOFF Новые технологии автоматизации

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://beckhoff.nt-rt.ru/> || [bfc@nt-rt.ru](mailto:bfc@nt-rt.ru)



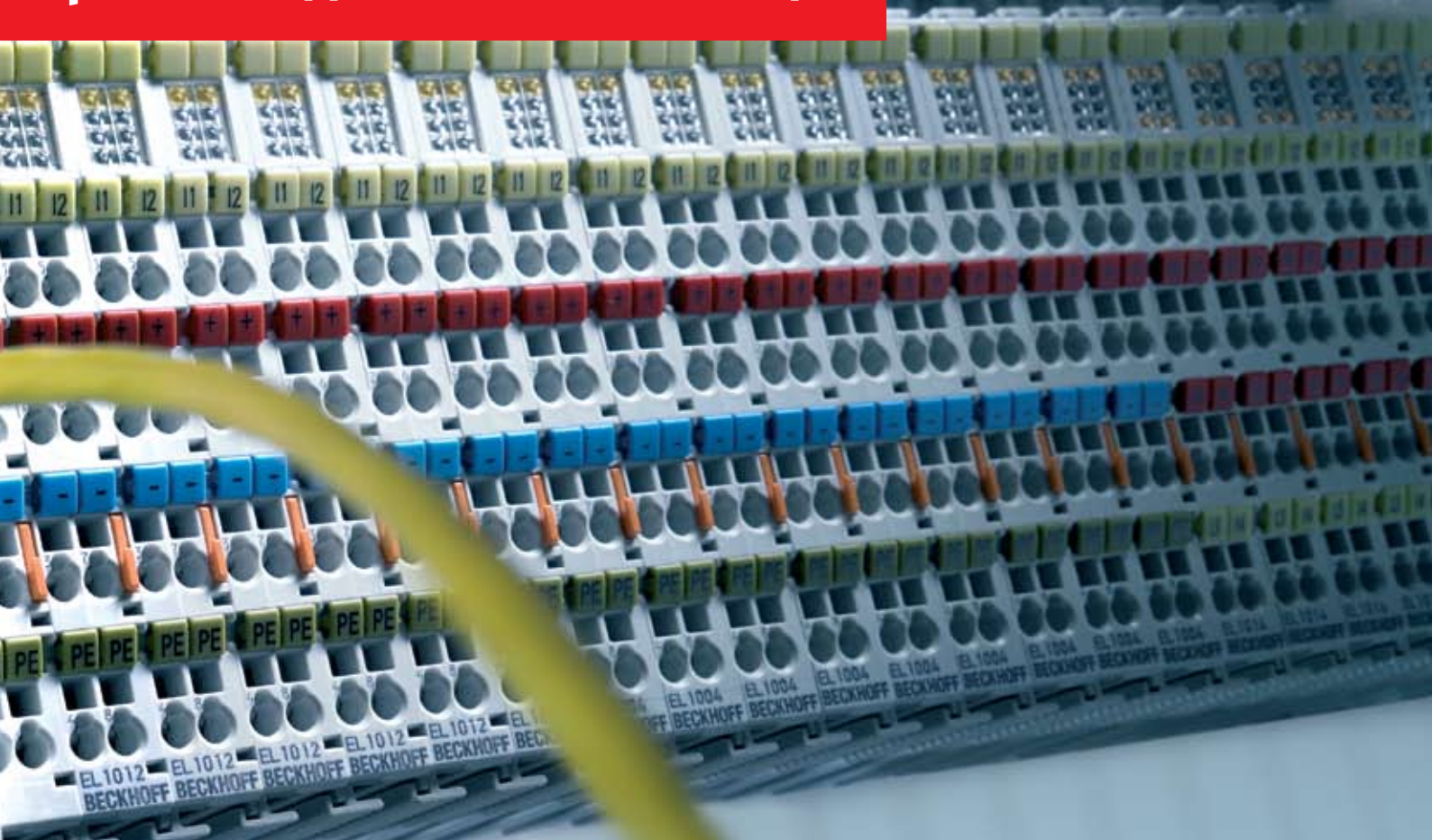
## Промышленная сеть Ethernet реального

- Ethernet-протокол реального времени на всех уровнях вплоть до модулей ввода/вывода
- Низкие затраты на реализацию системы
- Гибкая топология
- Максимальная производительность
- Простая конфигурация
- Поддержка действующих промышленных шин
- Интегрирование противоаварийной защиты
- Большой выбор компонентов
- Эффективная диагностика



времени для автоматизации

EtherCAT®



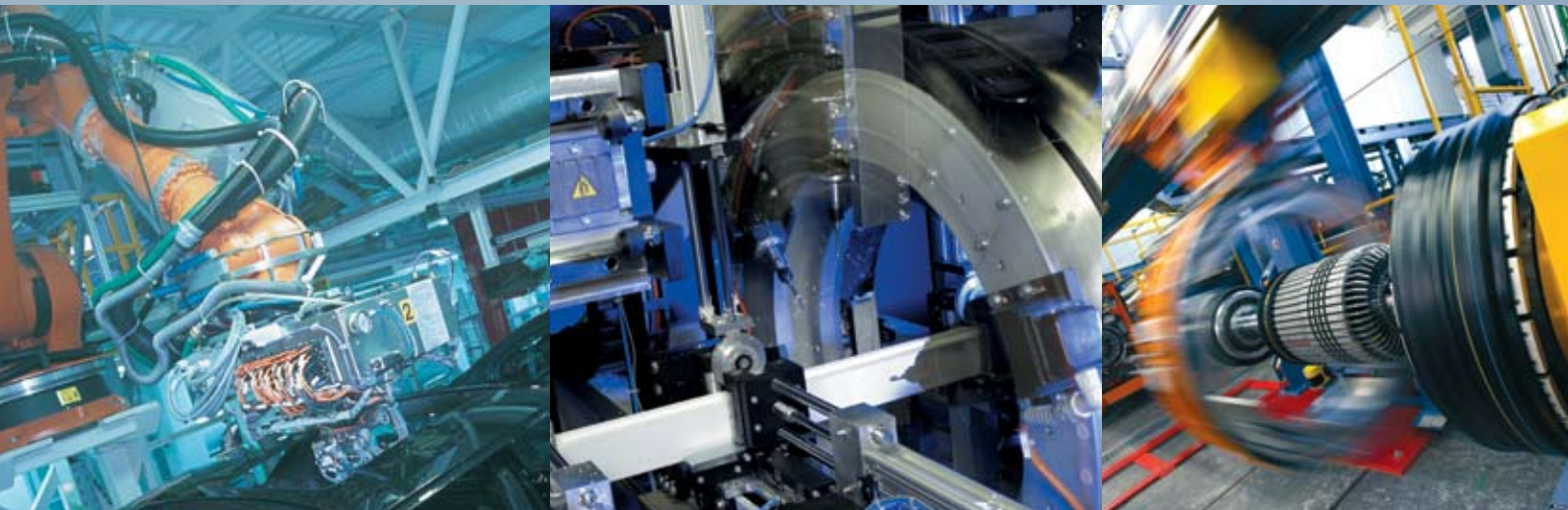
**Протокол Ethernet до уровня ввода/вывода** | Дуплексная связь через Ethernet в кольцевой структуре, одна телеграмма на несколько устройств, подключение непосредственно к стандартному Ethernet-порту.



Автоматизация

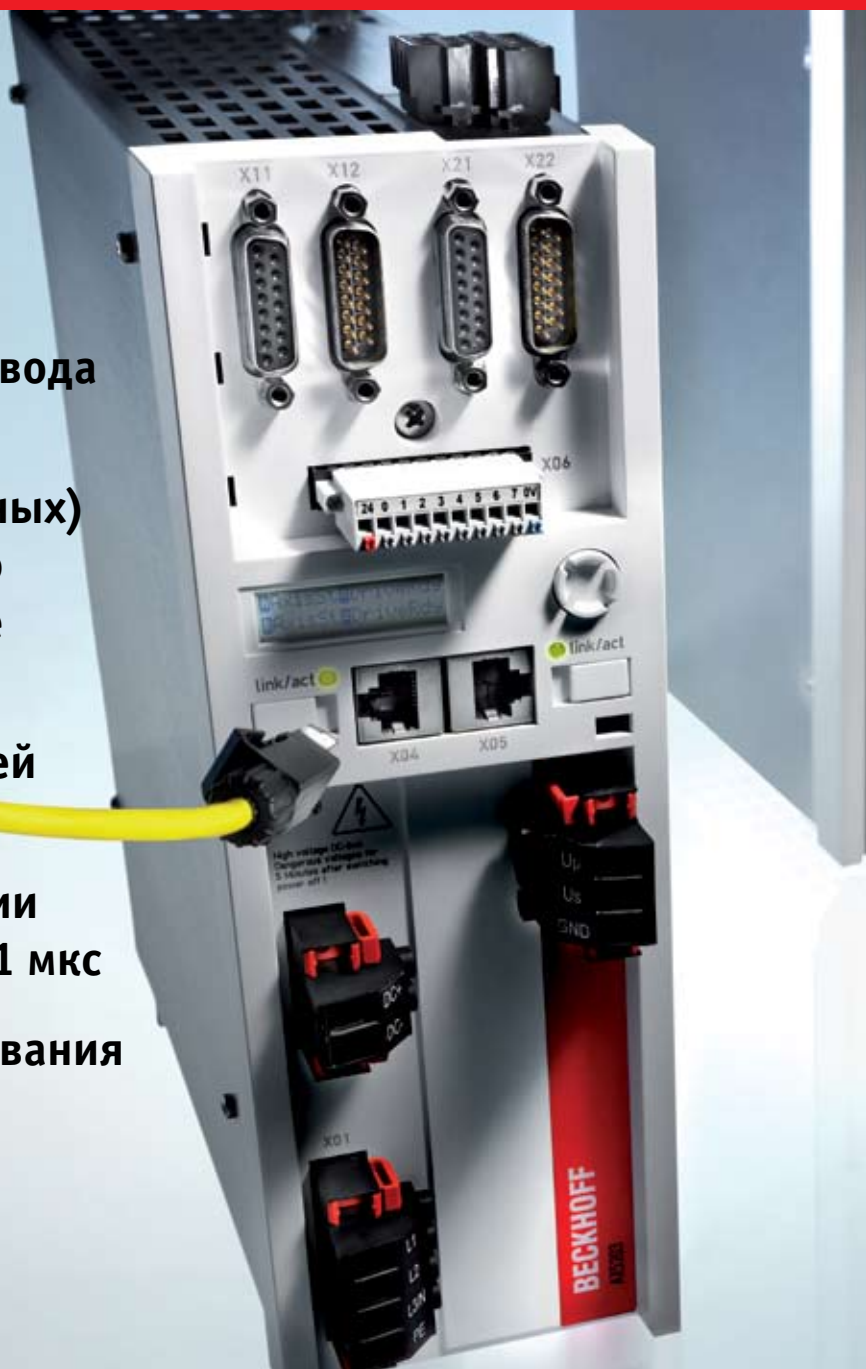
Управление перемещением

Точные измерения



Скорость, гибкость, точность, экономичность | Идеально

- Опрос 1000 устройств дискретного ввода/вывода каждые 30 мкс
- Опрос 200 (16-разрядных) устройств аналогового ввода/вывода каждые 50 мкс
- Контроль 100 сервоосей через каждые 100 мкс
- Точность синхронизации с разрешением менее 1 мкс
- Удобство параметрирования





**EtherCAT (технология Ethernet для автоматизации управления) – это Ethernet-решение для автоматизации в промышленности, отличающееся высокой производительностью и простотой использования.**

**для любых сфер применения**

**EtherCAT®**



#### **Особенности**

- Ethernet-протокол на всех уровнях вплоть до отдельных модулей – абсолютная целостность
- Ethernet-интерфейс для всего процесса, масштабируемость в пределах от 1 бита до 60 кбайт

#### **Топология**

- «линия», «дерево», «звезда», «каскад» – возможность подключения до 65 535 устройств
- протяженность сети почти не ограничена (более 500 км)
- оперативное подключение/отключение сегментов шины

#### **Экономичность**

- отпадает необходимость в настройке сети: снижение расходов на технические работы
- система жесткого реального времени под управлением мастер-программы не требует специальных дополнительных плат
- не требуются активные компоненты инфраструктуры (коммутаторы и т.д.)
- кабель и соединители для Ethernet обходятся дешевле, чем традиционные шины
- преимущества EtherCAT на всех уровнях вплоть до модулей ввода/вывода: не нужны сложные устройства сопряжения шины (Bus Coupler)
- низкая стоимость интерфейса благодаря встроенному подчиненному EtherCAT-контроллеру

#### **Протокол**

- протокол оптимизирован для использования непосредственно в Ethernet, динамическая обработка
- полностью аппаратная реализация, независимость от программного обеспечения
- технология распределенных часов обеспечивает точность синхронизации
- метка времени и супердискретизация для измерений с высоким разрешением

#### **Интерфейсы**

- модуль-шлюз для стандартных Ethernet-устройств
- разъемы промышленной шины для компонентов промышленной сети
- шлюзы для связи между сетями

#### **Открытость**

- полная Ethernet-совместимость
- возможна работа с использованием коммутаторов и маршрутизаторов, но они не требуются
- возможно также совместное использование других протоколов
- Интернет-технологии (веб-сервер, FTP и т.д.)
- EtherCAT отвечает стандартам IEC, ISO и SEMI
- поддержка со стороны EtherCAT Technology Group, крупнейшей в мире организации, занимающейся исключительно продвижением сети Industrial Ethernet

# Основы технологии EtherCAT

## Real-Time Ethernet

– **Ethernet реального времени:** Сверхвысокое быстродействие на всех уровнях вплоть до отдельных модулей. Выдающаяся производительность, гибкая топология и простота конфигурирования являются отличительными чертами EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) -- технологии Ethernet реального времени, разработанной компанией Beckhoff. EtherCAT задает новые стандарты там, где обычные системы шин достигают пределов своих возможностей: опрос 1000 распределенных устройств ввода/вывода за 30 мкс, почти неограниченная протяженность сети и оптимальная вертикальная интеграция благодаря технологиям Ethernet и Интернет. При использовании сети EtherCAT дорогостоящая Ethernet-топология звезда может быть заменена простой линейной или древовидной структурой, где не нужны дорогие инфраструктурные компоненты. Любые типы Ethernet-устройств можно интегрировать в сеть с помощью обычного коммутатора. Там, где другие варианты Ethernet

реального времени требуют использования специальных ведущих устройств или карт сканера, EtherCAT позволяет обходиться недорогими, стандартными интерфейсными Ethernet-платами.

## Принцип работы

Технология EtherCAT помогает Beckhoff преодолеть системные ограничения, свойственные другим вариантам Ethernet: больше не требуется выполнение последовательных шагов для приема и интерпретации телеграмм, копирования данных процесса. Подчиненный EtherCAT-контроллер считывает данные каждого устройства (включая данные модулей ввода/вывода) пока пакет проходит через это устройство. Точно так же на ходу система вставляет входные данные в общий поток информации. Сразу после прохождения пакетов (с минимальной задержкой) подчиненный контроллер распознает необходимые команды и выполняет их. Этот процесс опирается на аппаратную реализацию в подчиненном контроллере, и не зависит от исполнения программных

протоколов или от мощности центрального процессора. Последний подчиненный EtherCAT-компонент системы возвращает уже полностью обработанный пакет первому подчиненному компоненту, а тот передает его мастер-контроллеру в качестве ответной телеграммы.

## Ethernet до уровня ввода/вывода

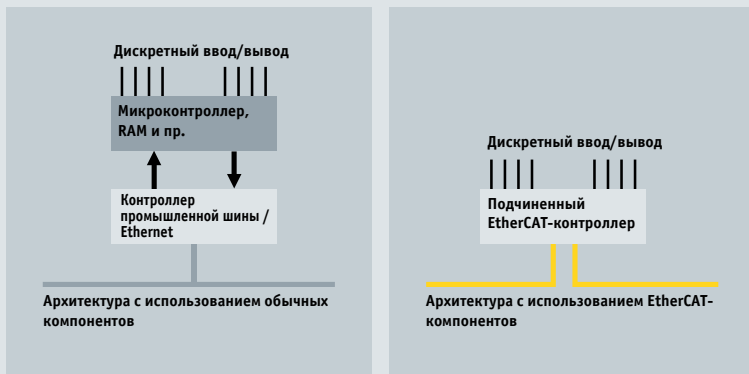
Ethernet-протокол действует на всех уровнях, включая индивидуальные устройства, т.е. модули ввода/вывода, при этом нет никакой необходимости в использовании вспомогательной шины. Контроллер выполняет внутреннее преобразование только физического уровня сигнала из стандарта 100BASE-TX или 100BASE-FX в E-bus, что отвечает требованиям блока электронных модулей. Тип сигнала E-bus (LVDS) внутри блока модулей не является собственной разработкой Beckhoff, и используется также в сетях стандарта 10 Gbit Ethernet. В конце блока модулей физические характеристики шины вновь преобразуются в стандарт 100BASE-TX. Встроенного в мастер-контроллер

модуля Ethernet MAC вполне достаточно для использования в качестве аппаратного средства. Для передачи данных в основную память используется прямой доступ к памяти (DMA). Это означает, что с центрального процессора снимается задача по осуществлению доступа к данным сети. Тот же принцип использован и в многопортовых картах Beckhoff, которые обеспечивают функционирование до четырех Ethernet-каналов в одном PCI-слоте.

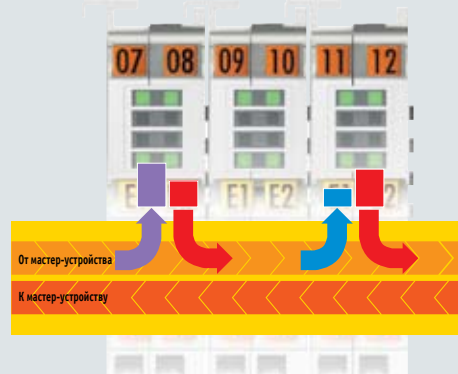
## Технология распределенных часов

В условиях, где разнесенные в пространстве процессы требуют одновременного выполнения различных операций, точная синхронизация обретает особую важность. Наиболее эффективный метод синхронизации предполагает точную коррекцию находящихся в разных участках рабочего процесса часов. В среде EtherCAT обмен данными всецело опирается на аппаратные средства. Поскольку для обмена данными используется логическая (а благодаря дуплексной технологии Fast

**Подчиненный EtherCAT-контроллер (ESC)** | EtherCAT обеспечивает быстрый обмен данными не только вне устройств ввода/вывода, но и внутри них. Управление дискретными сигналами ввода/вывода напрямую осуществляется подчиненным EtherCAT-контроллером, оно идет без задержек благодаря локальному микропрограммному обеспечению, и не зависит от производительности установленного микроконтроллера.



**Оптимизированный протокол** | Обработка телеграмм осуществляется полностью аппаратными средствами



Ethernet и физическая) кольцевая структура, «главные часы» способны легко и точно определять отклонение хода отдельных «подчиненных часов». С учетом этого производится регулировка распределенных часов, и в результате во всей сети мы имеем очень точную базу времени с погрешностью значительно менее 1 микросекунды. Между тем, распределенные часы с высоким разрешением используются не только для синхронизации, но и для предоставления точной информации о локальном времени сбора данных. Благодаря использованию новых, расширенных типов данных измеряемым величинам можно назначать очень точные метки времени.

### Безопасность в среде EtherCAT

В интересах обеспечения защищенного обмена данными по сети EtherCAT был разработан протокол Safety over EtherCAT. Он отвечает требованиям стандарта IEC 61508 вплоть до уровня SIL (Safety Integrity Level) 3 в соответствии с нормами Германского агентства по

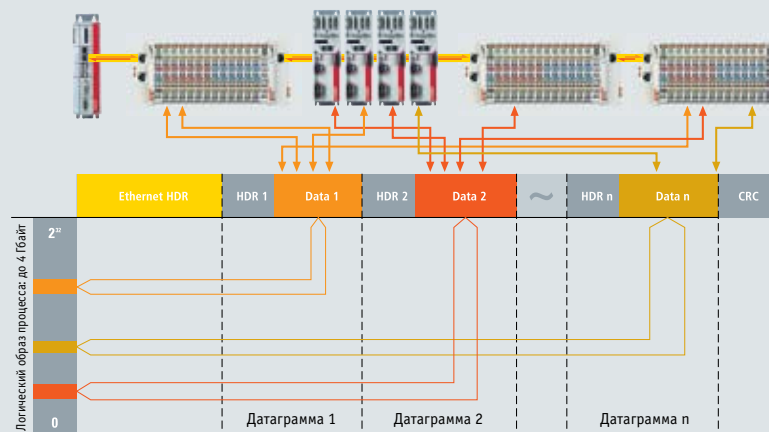
техническому контролю (TÜV). EtherCAT используется как одноканальная система связи. Передающая среда называется «черным каналом», и сообщения защищенности на нее не распространяются. Таким образом, протокол может передаваться с использованием и других систем связи, других объединительных плат, беспроводных ЛВС и т.д. Цикл передачи может быть минимально коротким в зависимости от конкретных требований, что снижает вероятность остаточных ошибок. Циклический обмен данными безопасности между главным и подчиненными компонентами, работающими по протоколу Safety over EtherCAT, называется связью под наблюдением контрольного таймера. Мастер-контроллер может устанавливать и контролировать несколько соединений с подчиненными устройствами.

### Экономия

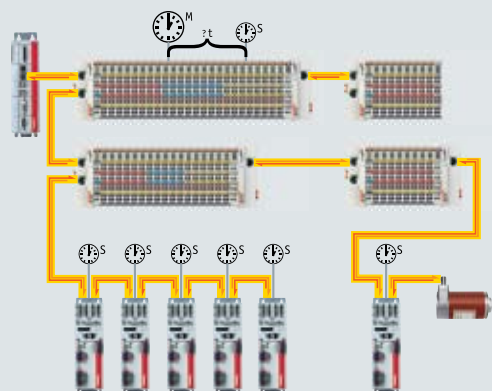
EtherCAT обеспечивает значительную экономию средств, что особенно заметно при сравнении с обычными системами шины. Здесь не нужны

ни специальные аппаратные средства в мастер-устройстве, ни коммуникационный сопроцессор. Недорогой подчиненный EtherCAT-контроллер решает все критичные по времени задачи, что делает ненужным использование процессорной мощности для обмена данными и позволяет снизить затраты на соединения. В среде EtherCAT вполне достаточно использования кабелей и соединителей для Industrial Ethernet, которые стоят дешевле соответствующих шинных компонентов. Не требуется никаких дополнительных активных устройств инфраструктуры, таких как коммутаторы. То же касается и блоков питания вместе с их установкой и параметрированием. Высокое быстродействие EtherCAT не требует настройки сети (в которой обычно нуждаются промышленные шины). А возможность установки автоматического выбора адресов дает дополнительную экономию.

**Структура протокола** | Размещение данных в образе процесса свободно конфигурируемо. Данные копируются непосредственно в модуль ввода/вывода в желаемую область образа процесса: дополнительного преобразования не требуется. Имеется очень большое логическое адресное пространство, составляющее 4 Гбайт.



**Распределенные часы** | Локальная абсолютная система синхронизации ЦП, компонентов ввода/вывода и приводных устройств



# Продукция Beckhoff для EtherCAT | Единая

## Автоматизация



### TwinCAT

- программное обеспечение системы управления (PLC, Motion Control, EtherCAT master)
- работа в режиме реального времени под управлением Microsoft Windows с временем цикла до 50 мкс
- программирование на языках стандарта IEC 61131-3

## Промышленные ПК



### Промышленные ПК

- промышленные ПК с системными платами реального времени
- компактные ПК, оптимизированные для решения задач управления

### Модульные ПК

- модульные ПК для монтажа на DIN-рейке
- прямой интерфейс ввода/вывода для EtherCAT-компонентов и модулей Bus Terminal



## Ввод/вывод сигнала



### **EtherCAT-модули**

- поддержка EtherCAT на всех уровнях вплоть до модулей ввода/вывода
- полный набор модулей ввода/вывода для всех типов сигнала

### **Модули типа Bus Terminal/Fieldbus Box**

- открытые системы ввода/вывода с классом защиты IP 20 и IP 67
- интерфейс промышленной сети для EtherCAT
- широкий диапазон сигналов ввода/вывода

## Управление движением



### **Сервоприводы серии AX5000**

- одно- и двухканальные сервоприводы с технологией быстрого управления
- высокоскоростная система связи EtherCAT
- изменяемый интерфейс двигателя / широкий диапазон напряжения

# Свобода проектирования благодаря гибкой

## Гибкая ТОПОЛОГИЯ

### Шина/линия

### Дерево/звезда

## Интеграция промышленных сетей

Ethernet TCP/IP

Промышленный ПК



Программный пакет автоматизации  
EtherCAT Мастер

Кабель для Industrial Ethernet  
(100BASE-TX)

100 м

Оптоволоконный кабель  
(100BASE-FX)

2,000 м

PROFIBUS

CANopen

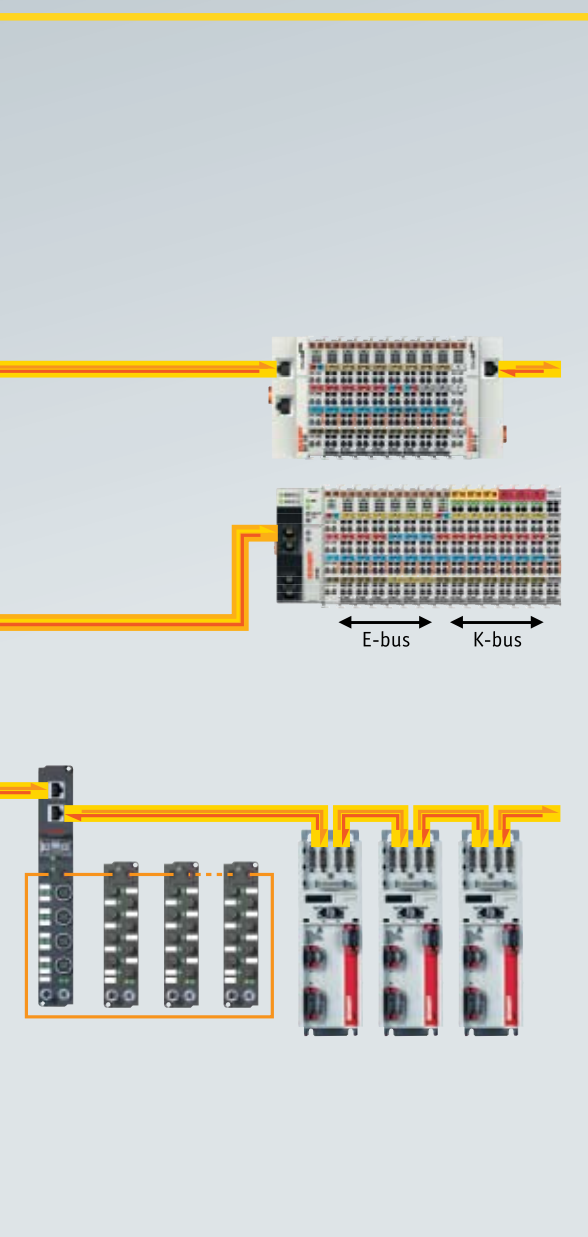
LIGHTBUS

Ethernet

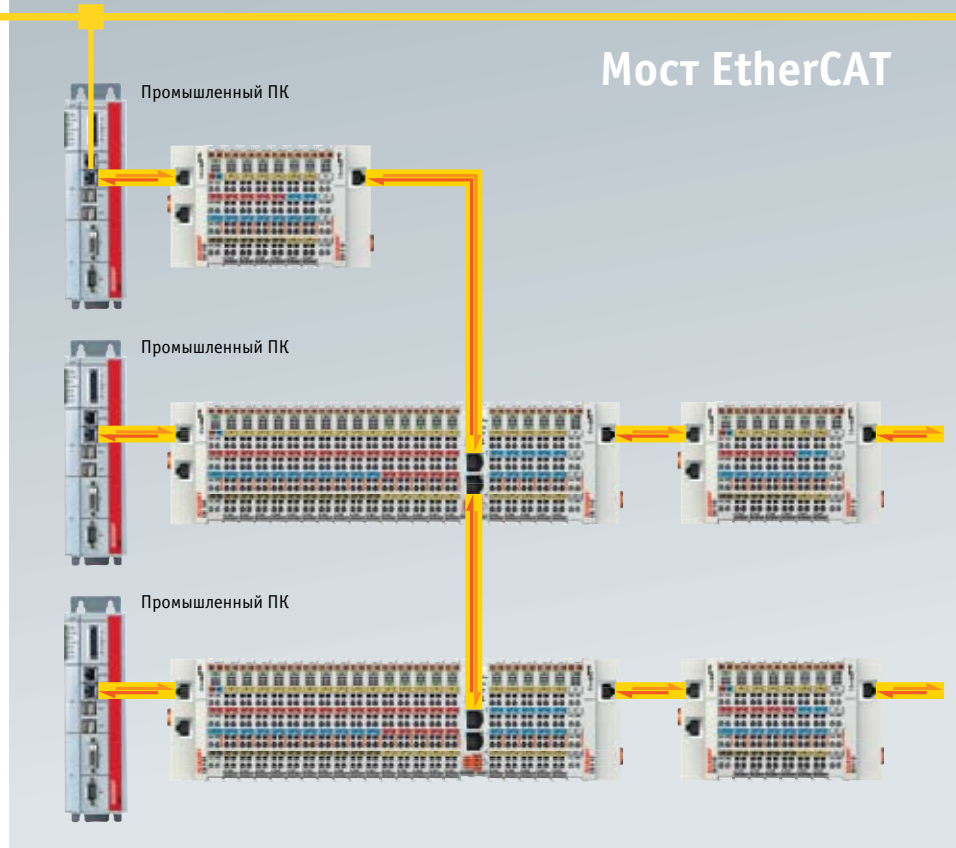
PROFINET

DeviceNet

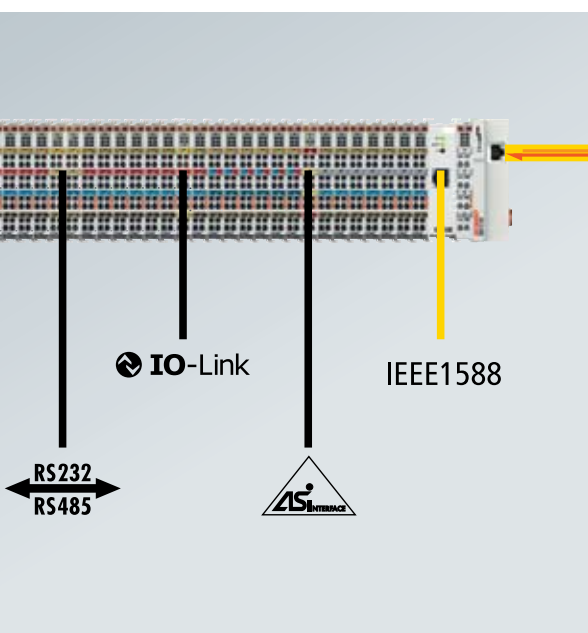
INTERBUS  
Certified! No. 099



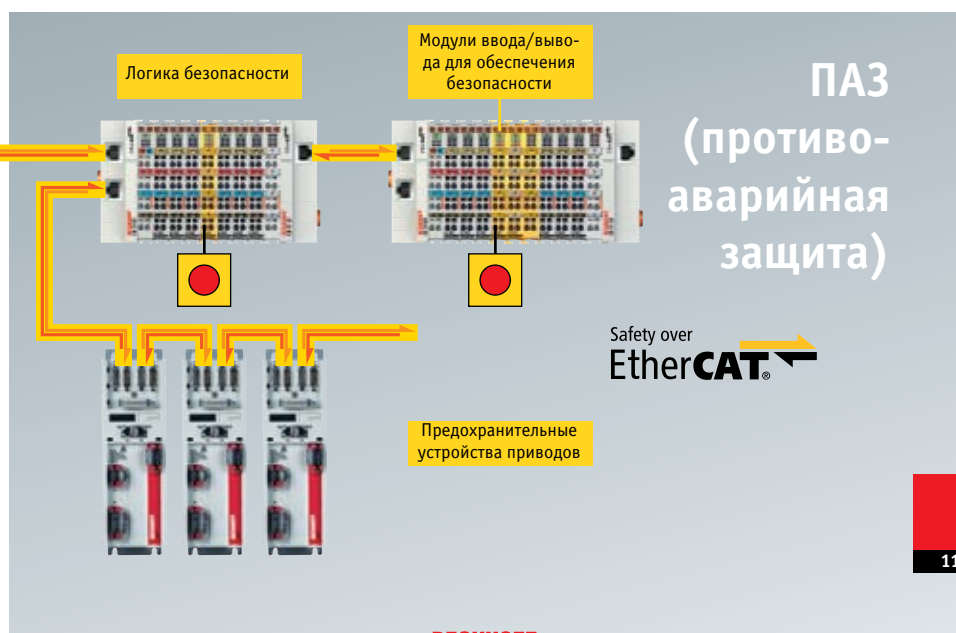
## Мост EtherCAT



## Резервирование каналов связи



## ПАЗ (противоаварийная защита)



Safety over EtherCAT®

# EtherCAT-система ввода/вывода | Отличные характеристики работы в

EtherCAT на всех уровнях вплоть до модулей ввода/вывода: протокол EtherCAT поддерживается всеми устройствами сети – вспомогательная шина не требуется.

Индикаторы состояния для большей надежности при вводе в эксплуатацию

## EtherCAT-модули

Модульный ПК с интерфейсом E-bus для прямого подключения

Защита инвестиций: компоненты интегрированы в промышленную сеть с помощью децентрализованных ведущих/ведомых шинных модулей.

Размер модуля (ШхВхГ):  
12x100x68 мм

Любое Ethernet-устройство можно интегрировать локально с помощью модулей-шлюзов

Совместимость и интеграция: помимо EtherCAT-компонентов в сети можно использовать также проверенные временем модули Bus Terminal, которые подключаются через EtherCAT-модуль сопряжения BK1120.

режиме реального времени при малых затратах

EtherCAT®

Экономичные соединители: кабель для Industrial Ethernet (как минимум CAT5), расстояние между станциями ввода/вывода до 100 м.

Благодаря возможности подключения до 65 535 устройств размер сети практически неограничен.

EtherCAT-модули типа ES имеют съемные блоки контактов для подсоединения проводов

EtherCAT-устройство сопряжения преобразует среду передачи сигнала, «трансформируя» витую пару (100BASE-TX) в E-bus.

Встроенная система противоаварийной защиты (ПАЗ): TwinSAFE-модули позволяют подключать датчики и исполнительные устройства ПАЗ

Гибкость подключения: при организации сети можно свободно выбирать и комбинировать линейную и древовидную топологии. Адреса назначаются автоматически.

Модули Bus Terminal

Оптимизация  
рабочего процесса

Передовая измерительная  
технология

Высокая  
точность



## EtherCAT | еще быстрее с технологией XFC

Технология XFC опирается на оптимизированную архитектуру управления и обмена данными:

- совершенствованные промышленные ПК
- Сверхбыстрые модули ввода/вывода
- EtherCAT – высокоскоростной вариант сети Ethernet
- Программный пакет автоматизации TwinCAT





На базе технологии XFC (eXtreme Fast Control) компания Beckhoff представляет решение по сверхбыстрому управлению: благодаря XFC время отклика модулей ввода/вывода сокращается до 100 мкс. Эта технология открывает новые перспективы оптимизации процессов, недоступные в прошлом из-за технических ограничений.



#### Преимущества, которые обеспечивает XFC

- повышение производительности систем и оборудования из-за значительного сокращения задержки сигнала
- ускорение последовательности движений
- отслеживание состояния с помощью стандартной системы контроля
- использование стандартных модулей ввода/вывода вместо дорогостоящих специализированных локальных контроллеров
- использование стандартных модулей ввода/вывода вместо дорогостоящих интерфейсов для измерительной аппаратуры
- измерительная технология встроена в систему управления – нет необходимости в использовании отдельной системы

#### Очень короткое время цикла контроллера

- новый класс производительности для процессов с использованием ПЛК: от 50 мкс

#### Очень быстрый отклик модулей ввода/вывода

- от 85 мкс
- детерминистически синхронизированное преобразование сигналов ввода и вывода дает сокращение временного разброса в ходе выполнения процесса, и не зависит от разброса при обмене данными и от флуктуации ЦП.

#### Технология распределенных часов

- локальная абсолютная синхронизация системы, включая ЦП, компоненты ввода/вывода и приводы
- разрешение: 10 нс, погрешность <100 нс

#### Супердискретизация сигнала

- преобразование мультиплексных сигналов за один управляющий цикл
- жесткая синхронизация с помощью системы распределенных часов
- применительно к дискретным/аналоговым сигналам ввода/вывода частота дискретизации до 100 кГц (аналог.) и 500 кГц (дискретн.)
- применение
  - быстрый контроль сигналов, быстрый вывод сигналов с сигнал-генератора
  - выборка сигналов независимо от времени цикла
  - быстрые контроллеры

#### Метка времени для сигнала (разрешение 10 нс)

- точное измерение времени локальных дискретных выходных сигналов
- точное измерение времени локальных выходных сигналов независимо от управляющего цикла

# Всемирная ассоциация EtherCAT



## EtherCAT Technology Group

EtherCAT Technology Group (ETG) – это ассоциация пользователей и разработчиков систем автоматизации, поддерживающих технологию EtherCAT. Ассоциация представляет разные секторы промышленности. Она обеспечивает функционирование технологии EtherCAT и идеальную приспособленность интерфейсов для решения задач в самых разных сферах. Ассоциация гарантирует простую и экономичную интеграцию любых устройств автоматизации в систему EtherCAT, а также функциональную совместимость любых вариантов ее реализации. EtherCAT Technology Group была образована в ноябре 2003, и в настоящее время насчитывает более 1070 членов из 50 стран мира.



Названия Beckhoff, TwinCAT, EtherCAT, Safety over EtherCAT, TwinSAFE и XFC являются зарегистрированными товарными знаками, принадлежащими компании Beckhoff. Другие названия, использованные в этой публикации, могут оказаться торговыми марками, использование которых третьими сторонами в своих целях может нарушить права их владельцев. © Beckhoff Automation 2008, пометит изменению без предварительного уведомления. Содержащаяся в этой брошюре информация включает лишь общее описание или общие характеристики устройств, которые в случае их практического применения могут не совпадать с тем, что здесь описано, или могут быть изменены в ходе совершенствования продукции. Обязательства по предоставлению соответствующих характеристик будут признаны действительными лишь в случае достижения обоюдного согласия, выраженного в форме договора.

Архангельск (8182)63-90-72  
 Астана (7172)727-132  
 Астрахань (8512)99-46-04  
 Барнаул (3852)73-04-60  
 Белгород (4722)40-23-64  
 Брянск (4832)59-03-52  
 Владивосток (423)249-28-31  
 Волгоград (844)278-03-48  
 Вологда (8172)26-41-59  
 Воронеж (473)204-51-73  
 Екатеринбург (343)384-55-89  
 Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
 Иркутск (395)279-98-46  
 Казань (843)206-01-48  
 Калининград (4012)72-03-81  
 Калуга (4842)92-23-67  
 Кемерово (3842)65-04-62  
 Киров (8332)68-02-04  
 Краснодар (861)203-40-90  
 Красноярск (391)204-63-61  
 Курск (4712)77-13-04  
 Липецк (4742)52-20-81  
 Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
 Москва (495)268-04-70  
 Мурманск (8152)59-64-93  
 Набережные Челны (8552)20-53-41  
 Нижний Новгород (831)429-08-12  
 Новокузнецк (3843)20-46-81  
 Новосибирск (383)227-86-73  
 Омск (3812)21-46-40  
 Орел (4862)44-53-42  
 Оренбург (3532)37-68-04  
 Пенза (8412)22-31-16  
 Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
 Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
 Рязань (4912)46-61-64  
 Самара (846)206-03-16  
 Санкт-Петербург (812)309-46-40  
 Саратов (845)249-38-78  
 Севастополь (8692)22-31-93  
 Симферополь (3652)67-13-56  
 Смоленск (4812)29-41-54  
 Сочи (862)225-72-31  
 Ставрополь (8652)20-65-13  
 Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
 Тверь (4822)63-31-35  
 Томск (3822)98-41-53  
 Тула (4872)74-02-29  
 Тюмень (3452)66-21-18  
 Ульяновск (8422)24-23-59  
 Уфа (347)229-48-12  
 Хабаровск (4212)92-98-04  
 Челябинск (351)202-03-61  
 Череповец (8202)49-02-64  
 Ярославль (4852)69-52-93

<https://beckhoff.nt-rt.ru/> || [bfc@nt-rt.ru](mailto:bfc@nt-rt.ru)