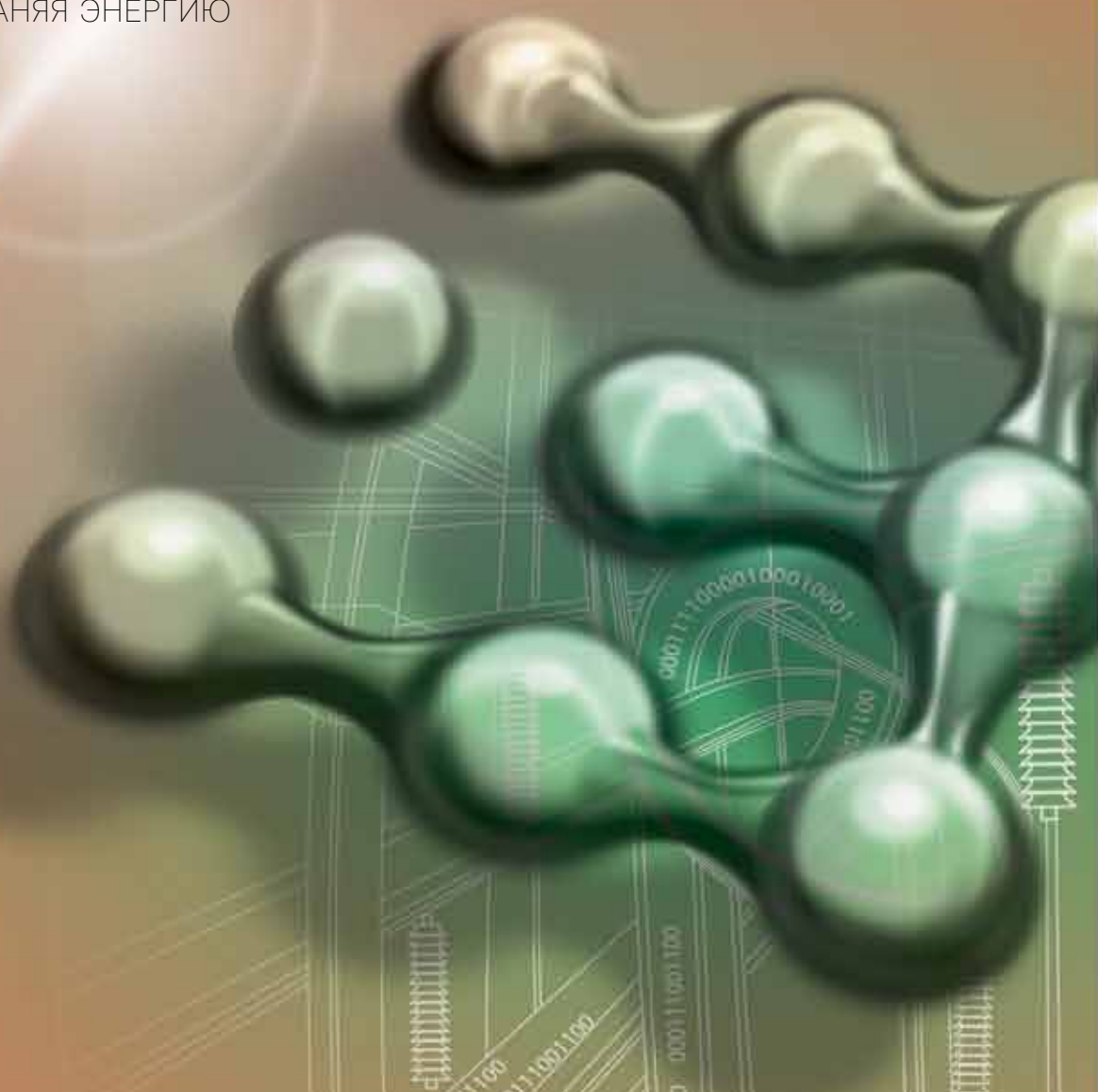


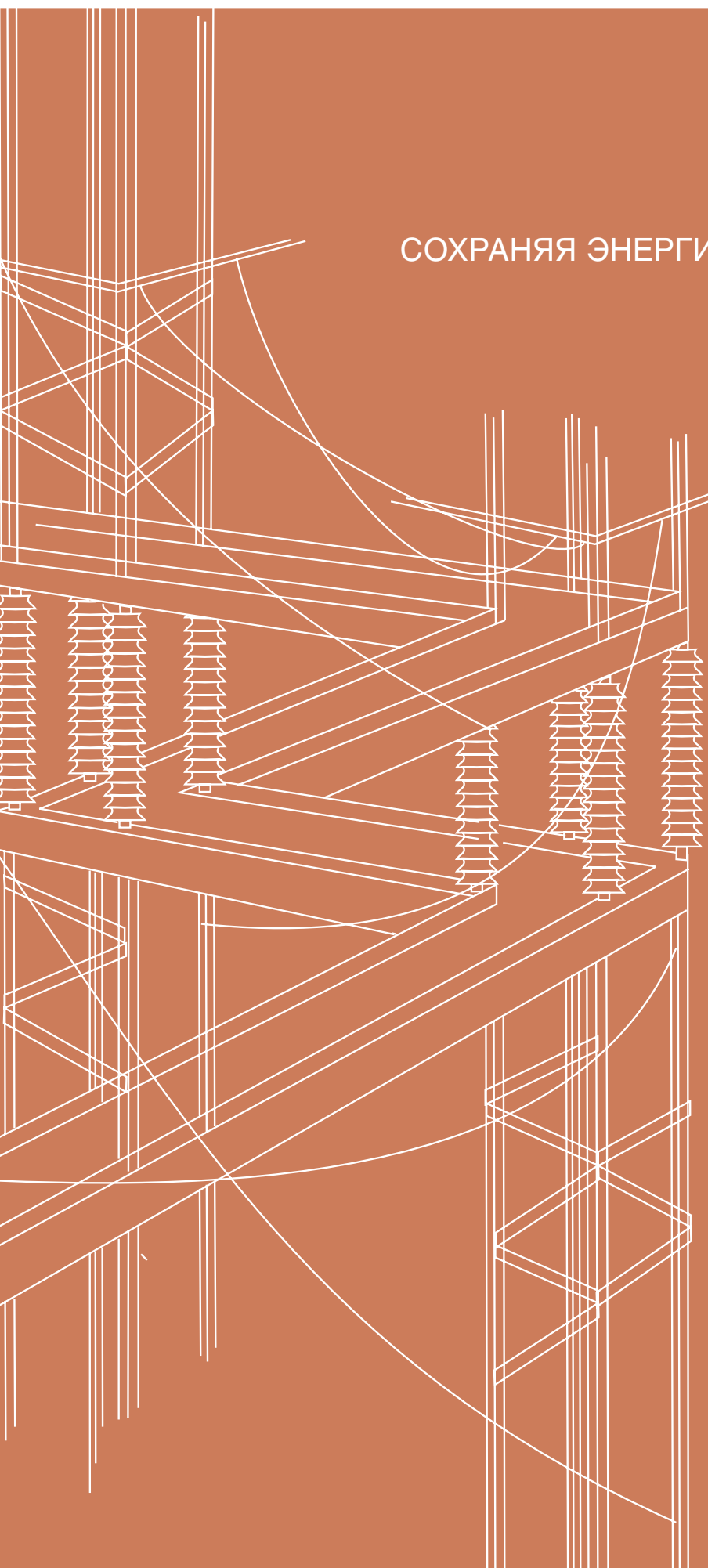
# УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ ПЛАВНОГО ПУСКА И РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 3...15 кВ И МОЩНОСТЬЮ ДО 25 МВт

Издание 10 • 2017

СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ



СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ





# СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....                          | 2  |
| ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ ШПТУ-Д, ШПТУ-Т .....  | 3  |
| ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ ШПТУ-ВИ(Р) .....      | 6  |
| ДОСТОИНСТВА ПУСКОВЫХ УСТРОЙСТВ СЕРИИ ШПТУ ..... | 9  |
| ИНТЕГРАЦИЯ В АСУ ТП ОБЪЕКТА .....               | 11 |
| СИСТЕМА ПЛАВНОГО ПУСКА НА ОСНОВЕ ШПТУ .....     | 12 |
| ПРИМЕРЫ ТИПОВЫХ ОДНОЛИНЕЙНЫХ СХЕМ .....         | 13 |
| ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «АСМиУ» .....   | 15 |
| ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ ШУ .....                        | 18 |
| ШКАФ КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ТИПА ШПКА .....  | 19 |
| СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ШПКА .....      | 20 |
| ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА ШПТУ .....             | 21 |
| ГАРАНТИЙНОЕ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....      | 26 |
| КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....                     | 27 |
| СХЕМЫ ПРОЕЗДА .....                             | 30 |

В современном мире проблемы экономии ресурсов приобретают первостепенное значение. В эксплуатации находится большое количество технологического оборудования, которое запускается путем прямого включения в сеть приводного электродвигателя (ЭД). Данный способ включения обладает многими недостатками. Во-первых, это пусковые токи. В начальный момент происходит аperiodический процесс намагничивания ЭД, величина токов при котором может достигать 12-14 крат от номинального значения и зависит от положения точки включения на сетевой синусоиде. Далее, во время разгона механизма, ток составляет 6-8 крат от номинального значения и определяется параметрами ЭД. Такие броски тока, особенно во время аperiodического процесса, создают сильные электродинамические усилия в обмотках ЭД. Эти усилия расшатывают бандажи в лобовых частях обмотки, клинья в пазах статора, что в дальнейшем приводит к механическому разрушению изоляции обмотки. В начальной фазе прямого пуска электромагнитный момент, развиваемый ЭД, зачастую имеет знакопеременный характер и достигает 4-кратного значения от номинального момента ЭД, что отрицательно влияет на ресурс приводного механизма, редуктора, соединительных муфт и валов. В связи с этим сопутствующие негативные явления прямого пуска уже не могут оставаться без пристального внимания потребителя.

Тиристорные устройства плавного пуска высоковольтных ЭД (пусковые устройства) серии ШПТУ производства ООО НПП «ЭКРА» – эффективный способ устранения указанных недостатков, обеспечивающий ограничение величины пускового тока, а также позволяющий осуществлять пуск ЭД и силовых питающих трансформаторов от источников ограниченной мощности.



### ООО НПП «ЭКРА» ВЫПУСКАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ ШПТУ:

- устройства плавного пуска типа ШПТУ-Д, предназначенные для плавного пуска синхронных и асинхронных ЭД среднего напряжения 3-15 кВ мощностью до 17 МВт;
- устройства типа ШПТУ-Т, предназначенные для плавного включения силовых трансформаторов мощностью до 100 МВА и напряжением включаемой обмотки до 10 кВ;
- устройства типа ШПТУ-ВИ, выполняющие преобразование частоты питающего ЭД напряжения, предназначенные для плавного частотного пуска синхронных электродвигателей (СЭД) среднего напряжения 3-15 кВ мощностью до 25 МВт;
- устройства типа ШПТУ-ВИ(Р), предназначенные для частотного пуска и регулирования в процессе работы частоты вращения СЭД среднего напряжения 3-15 кВ мощностью до 25 МВт;
- тиристорные устройства (преобразователи), выполняемые по специальным требованиям заказчика (например, тиристорное пусковое устройство, предназначенное для частотного пуска синхронных машин газотурбинной установки напряжением 15-75 кВ мощностью до 150 МВт).

Пусковые устройства серии ШПТУ являются российской разработкой, которую выполнили специалисты нашего предприятия с учетом требований отечественных стандартов и специфики эксплуатации в нашей стране, что позволяет оперативно производить все изменения по желанию Заказчика. Вы можете быть абсолютно уверены, что получите в руки технику отечественного производителя ООО НПП «ЭКРА», гибко настраиваемую под свои специфические требования.

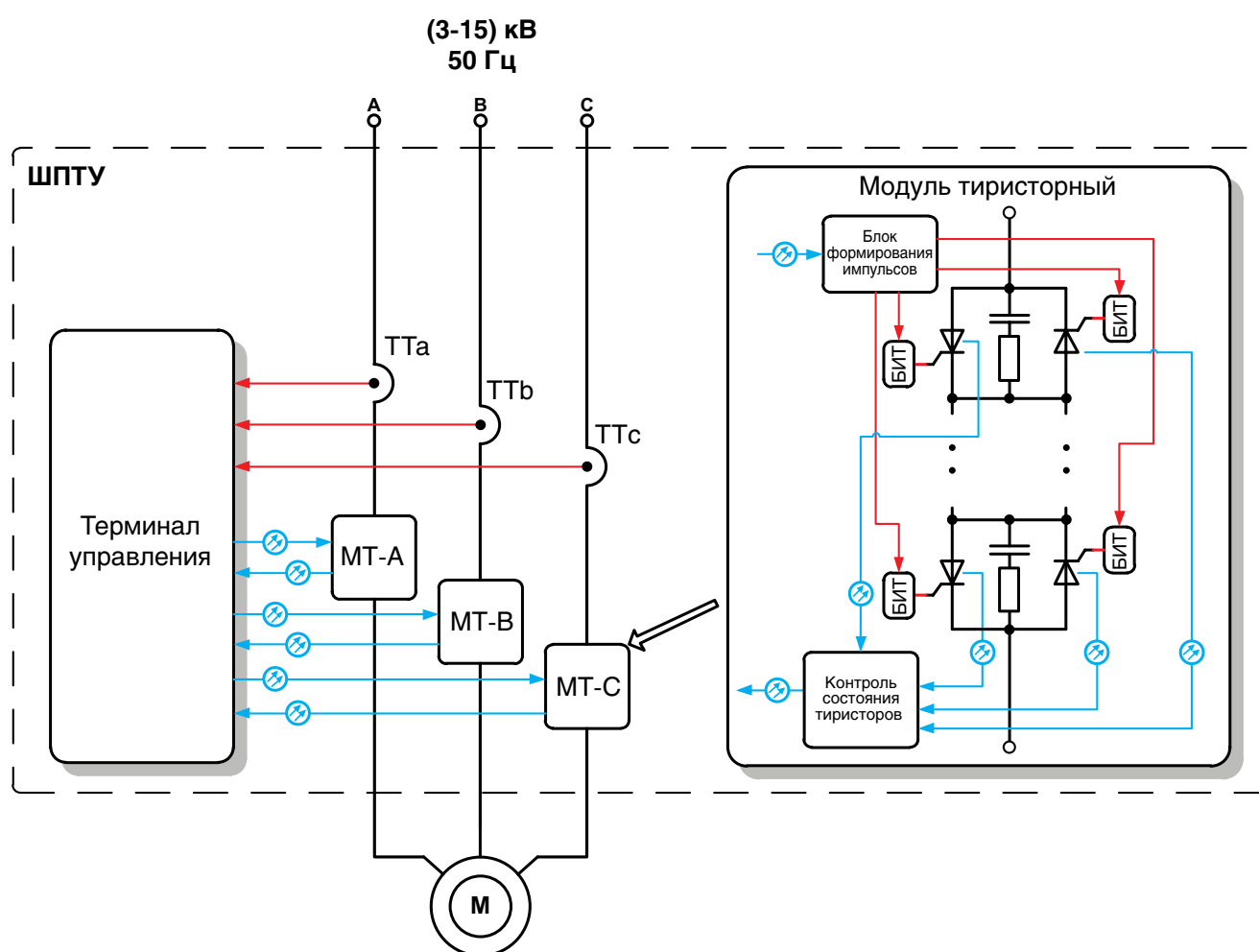
Пусковые устройства серии ШПТУ-Д, ШПТУ-Т с фазовым управлением обеспечивают работу в повторно-кратковременном режиме с временем непрерывной работы до  $(90 \pm 5)$  сек. при величине пусковых токов (2,5-3) от номинального значения и последующей паузой не менее 10 мин. (3 пуска подряд с временем пуска до 30 сек.).

Устройства серии ШПТУ-ВИ и ШПТУ-ВИ(Р) представляют собой тиристорный преобразователь частоты со звеном постоянного тока, содержащий управляемый выпрямитель и зависимый инвертор тока, в котором производится преобразование переменного тока с постоянной частотой и напряжением на входе преобразователя в переменный ток с регулируемой частотой и напряжением на выходе преобразователя. Устройства типа ШПТУ-ВИ и ШПТУ-ВИ(Р) осуществляют частотный пуск СЭД с пусковыми токами не более 0,8 от значения номинального тока СЭД для механизмов с «вентиляторной» нагрузкой и не более 1,2 от значения номинального тока СЭД для механизмов с большим статическим моментом. ШПТУ-ВИ предназначены для работы в повторно-кратковременном режиме, а ШПТУ-ВИ(Р) – в длительном режиме.

## ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ ШПТУ-Д, ШПТУ-Т

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ШПТУ представляет собой трехфазный тиристорный регулятор тока, состоящий из встречно-параллельно включенных тиристоров, подключенных между фазами питающей сети А, В, С и трехфазной статорной обмоткой ЭД переменного тока.

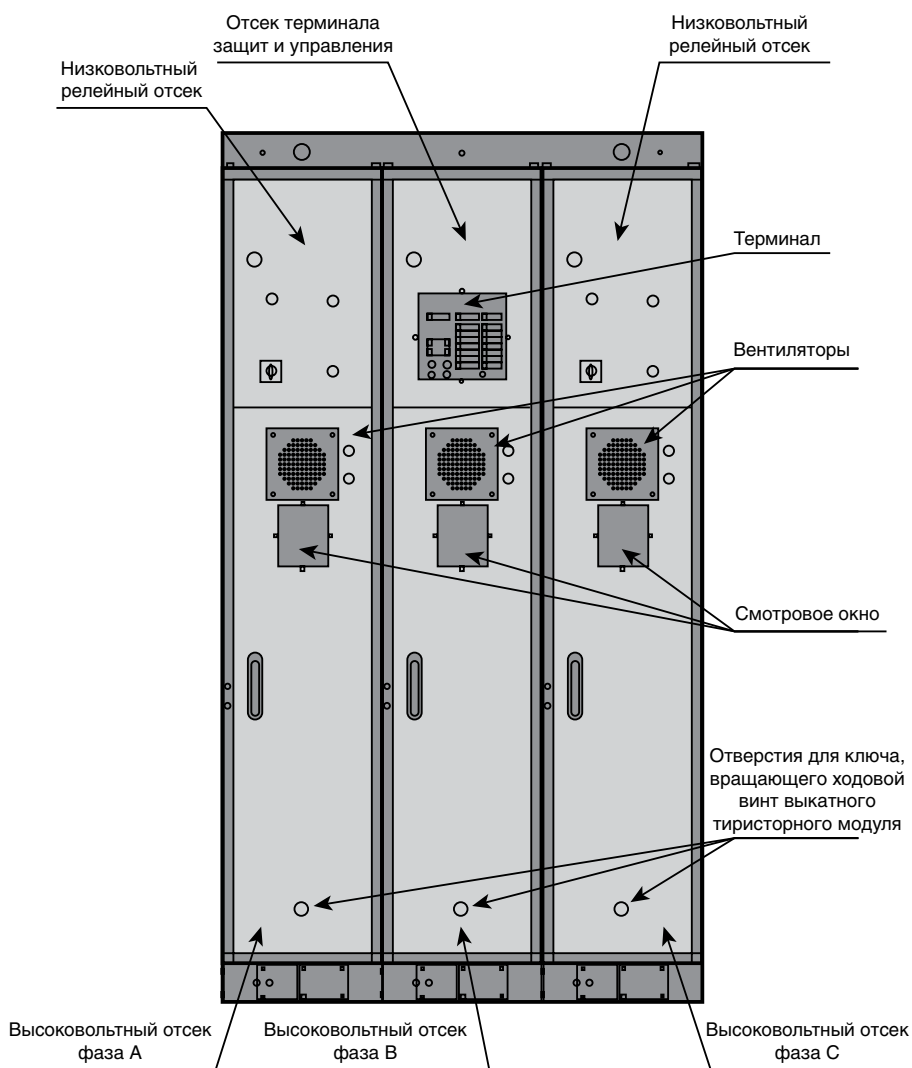


## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШПТУ

ШПТУ представляет собой шкаф с установленным в нем высоковольтным и низковольтным оборудованием. ШПТУ конструктивно имеет следующие исполнения:

- **базовое, с выкатными тиристорными модулями**, с разъемными соединителями типа «тюльпан», устанавливаемыми в отдельных изолированных высоковольтных отсеках со шторочными механизмами: ШПТУ-Д, ШПТУ-Т и ШПТУ-ВИ;
- **модернизированное, с выкатными тиристорными модулями**, но болтовыми соединениями к отходящим шинам без изолированных отсеков (с уменьшенными габаритными размерами шкафов): ШПТУ-Д...М, ШПТУ-Т...М и ШПТУ-ВИ...М (на номинальные токи до 250 А);
- **модернизированное с дополнительно встроенным вакуумным контактором**: ШПТУ-Д...МК, ШПТУ-Т...МК и ШПТУ-ВИ...МК.

По функциональным характеристикам конструктивные исполнения идентичны.





Шкаф ШПТУ базового исполнения разделен на семь отсеков – три низковольтных и четыре высоковольтных:

- **высоковольтные модульные отсеки** с силовыми тиристорными модулями (далее – МТ) на каждую фазу сети расположены в нижней части шкафа, каждый имеет отдельную дверцу;
- **высоковольтный шинный отсек** силовых цепей (с ограничителями перенапряжений и датчиком дуговой защиты) располагается в задней части шкафа по всей его ширине и высоте, изолирующие шторки отделяют модульные отсеки от высоковольтных проводников;
- **низковольтные отсеки** расположены в верхней части шкафа, каждый имеет отдельную дверцу.

Конструктивно высоковольтные и низковольтные отсеки отделены друг от друга защитными заземленными панелями. Внутреннее разделение панелями соответствует классу не ниже 2b по ГОСТ Р 51321.1-2007, СТБ МЭК 60439-1-2007.

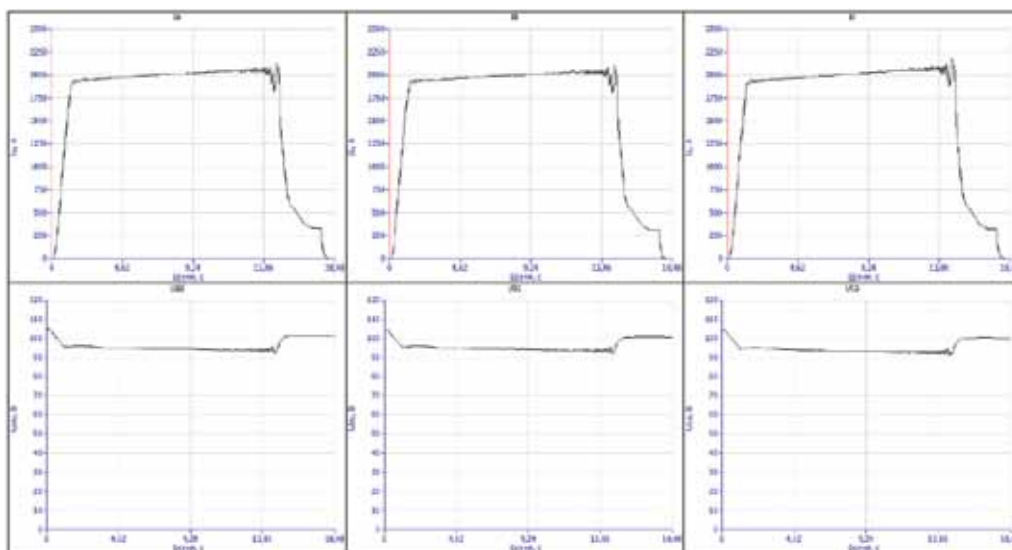
МТ имеют выкатное исполнение с двумя положениями – рабочее и контрольное. В рабочем и контрольном положениях МТ имеют механизм фиксации и регистрацию положения конечными выключателями. Перемещение МТ выполняется при закрытых дверцах отсеков вращением рукоятки специального ключа, вставляемого через отверстия, расположенные в нижней части дверцы каждого модульного отсека. Боковая и передняя панели МТ закрывают доступ к элементам схемы внутри МТ. Механизм перемещения шторок автоматически переводит их в закрытое состояние при перемещении МТ из рабочего положения в контрольное и в открытое состояние при обратном перемещении.

Терминал системы управления кассетного исполнения расположен в среднем низковольтном отсеке. На дверце отсека расположен пульт управления с панелью управления и индикации.

Низковольтная релейная, коммутационная аппаратура, блок питания цепей управления, клеммники внешних и внутренних подключений установлены в двух крайних низковольтных отсеках.

Исполнения ШПТУ обеспечивают подключение силовых цепей ввода и вывода шинами или кабелем сверху, либо кабелем снизу.

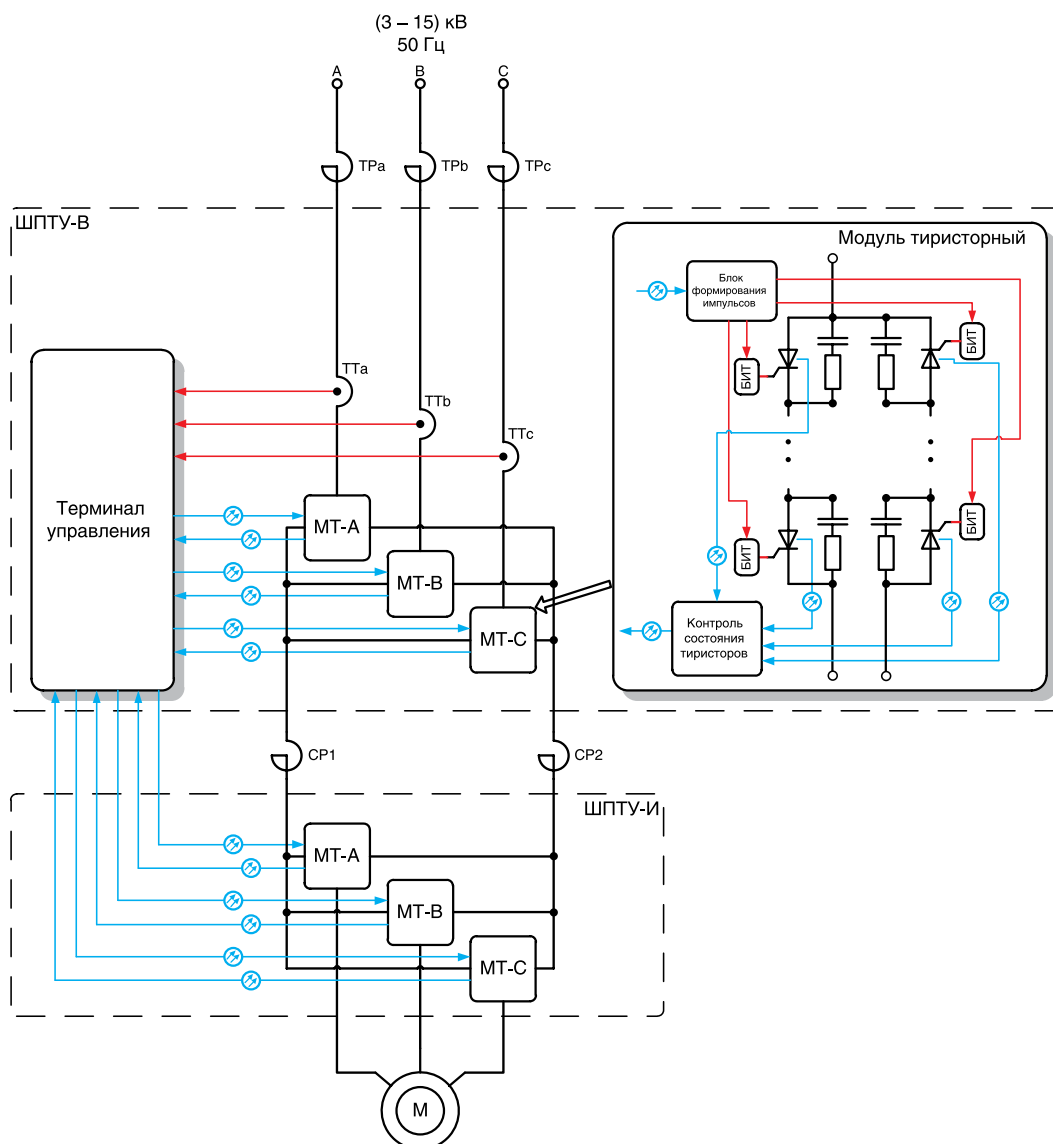
Регулирование величины тока в фазах ЭД осуществляется путем изменения величины фазового сдвига угла управляющих импульсов относительно напряжения питающей сети. Поддержание заданной величины тока обеспечивается с помощью отрицательной обратной связи по току. Реализован оптимальный алгоритм управления фазными токами, напряжением и частотой вращения ЭД в процессе пуска.



Плавный пуск ЭД типа СТДП (10 кВ; 12,5 МВт) газового компрессора



## ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ ШПТУ-ВИ(Р)



ШПТУ-ВИ(Р) представляет собой тиристорный преобразователь частоты с управляемым выпрямителем и зависимым инвертором тока (далее: ШПТУ-В – выпрямитель, ШПТУ-И – инвертор, соответственно). Данный преобразователь является наиболее простым и экономически выгодным схемотехническим решением для пуска синхронных электродвигателей (СЭД) с щеточной системой возбуждения и с механизмами на валу, обладающими большим моментом нагрузки (шаровые мельницы, дробилки, экструдеры и т.д.)

и большим моментом инерции (вентиляторы, насосы, компрессоры и т.д.) с необходимостью пуска в тяжелых условиях (на открытую задвижку, без байпаса и т.д.).

ШПТУ-ВИ(Р) может быть выполнен по специальному исполнению как по напряжению, току и мощности, так и по составу: 6/12/18/24-пульсная схема выпрямления и 6-пульсная схема инвертирования для классических синхронных машин, либо 12-пульсная схема инвертирования для синхронных машин с двумя трехфазными обмотками на статоре, сдвинутыми на 30 электрических градусов.





Принцип действия зависимого инвертора тока основан на том, что коммутация тока в тиристорах инвертора происходит за счет ЭДС СЭД, а частота инвертированного тока на выходе равна частоте ЭДС.

Естественная коммутация тиристоров инвертора происходит за счет противоЭДС СЭД, т.е. инвертор ведется СЭД. Однако в области низких частот противоЭДС недостаточна для естественной коммутации тиристоров инвертора, поэтому применяется принудительная коммутация методом прерывания тока за счет перевода выпрямителя в инверторный режим.

Реализация такого принципа синхронизации позволяет оптимизировать энергетические характеристики преобразователя с учетом обеспечения устойчивости инвертора при возможных динамических изменениях режима нагрузки. Импульсы управления подаются на тиристоры инвертора в моменты, обеспечивающие необходимый угол опережения открывания тиристоров, который определяет фазовый сдвиг первых гармонических составляющих фазных токов и напряжений.

### ФУНКЦИИ ШПТУ-ВИ(Р)

- частотный пуск с токами (0,8-1,2) Iном;
- точная синхронизация частоты вращения запускаемого СЭД с частотой питающей сети и плавное переключение на работу СЭД от питающей сети;
- подхват работающего или обесточенного СЭД;
- плавное торможение для исключения гидроударов;
- рекуперация энергии в сеть при торможении и регулировании;
- регулирование частоты вращения СЭД – только для ШПТУ ВИ(Р).

ООО НПП «ЭКРА» имеет запатентованное решение для работы в зоне низких частот вращения, позволяющее преодолеть проблемы, связанные с выделением достоверной информации о положении ротора из напряжений обмоток статора, а также с обеспечением работоспособности системы управления в условиях изменения динамических свойств СЭД в широких пределах. Эти проблемы могут вызвать вращение СЭД в обратную сторону в начальный момент пуска, что может повлечь выход из строя механизма, а также режим «шагания» с колебаниями, особенно для мельниц, сопровождающийся скручиванием длинных валов, выходом из строя редуктора или главного привода мельницы.

Благодаря используемым решениям устройства ООО НПП «ЭКРА» в зоне низких частот вращения позволяют осуществлять:

- бездатчиковое определение положения ротора;
- устранение колебаний ротора;
- вращение в строго заданную сторону;
- работу в широком диапазоне изменения моментов нагрузки и инерции;
- использование штатных устройств возбуждения СЭД.

Токоограничивающий реактор (ТР) предназначен для обеспечения условий надежной коммутации тиристоров и ограничения токов короткого замыкания на уровне допустимых значений. Сглаживающие реакторы (СР) сглаживают пульсации тока СЭД.

Шкафы ввода типа ШПВ обеспечивают внешние подключения к устройству кабелями или шинами, установку дополнительного оборудования в соответствии с техническим проектом или техническим заданием, могут содержать трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, предохранители и другое оборудование.

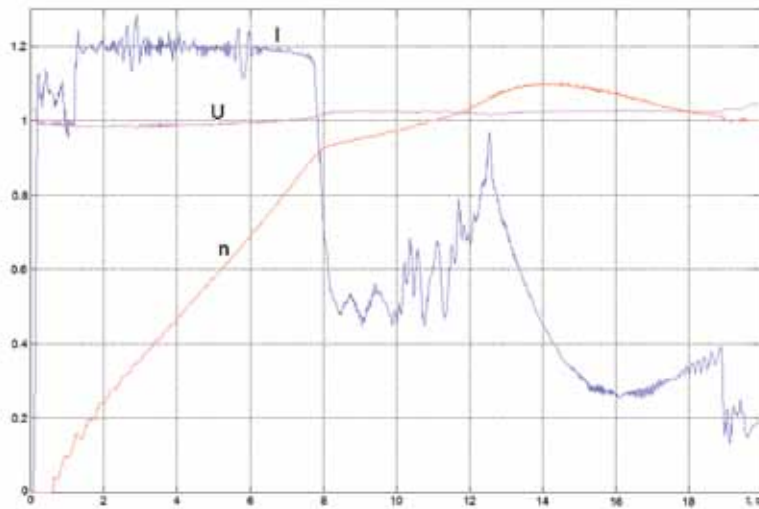


График пуска двигателя СДМ32-24-59-80-УХЛ4 (6 кВ; 4000 кВт) мельницы мокрого самоизмельчения с помощью устройства ШПТУ-ВИ

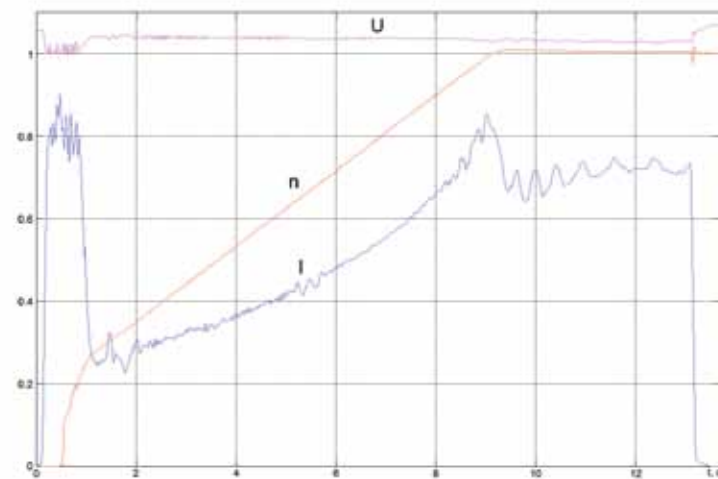


График пуска двигателя STD-6300/6000-2УХЛ4 (6 кВ; 6300 кВт) магистрального насоса перекачки нефти с помощью устройства ШПТУ-ВИ

## ДОСТОИНСТВА ПУСКОВЫХ УСТРОЙСТВ СЕРИИ ШПТУ

**Разработаны в России** с учетом требований отечественных стандартов и специфики эксплуатации в нашей стране. Это позволяет вносить, при необходимости, доработки в конструкцию, в том числе изменять габаритные размеры, а также оперативно выполнять требуемые пожелания Заказчика.

### ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ

- **Надежные компоненты.** Основой ШПТУ являются тиристоры производства АВВ. Стабильность, доступность и надежность данных компонентов дают потребителю высокую степень уверенности в долгой и безотказной работе пускового устройства.
- Функция **резервирования** силовых элементов (тириستоров), позволяющая продолжить работу ШПТУ даже при неисправной паре тиристоров.
- Контроль работоспособности каждого из тиристоров **до и после выполнения плавного пуска** агрегата.
- **Бездатчиковое** определение вращения ротора для ШПТУ-ВИ(Р).
- Сборка силовых МТ осуществляется с применением специализированного прессы и контролем усилия прижатия с помощью цифрового тензодатчика.
- Цифровые алгоритмы управления, реализованные в системе управления, рассчитаны для работы в условиях сильных помех, поступающих по каналам измерения.
- Передача управляющих импульсов осуществляется по **оптоволоконным каналам**, что обеспечивает высокую помехозащищенность и гальваническую развязку с высоковольтными цепями.
- **Расширенный набор защит:**
  - максимально-токовая защита;
  - перегрузка по току (время-токовая);
  - затаившийся пуск (превышение заданного времени пуска);
  - асимметрия по токам (дисбаланс токов);
  - неполнофазный режим (потеря фазы);
  - неправильная последовательность фаз;
  - неправильное подключение силового напряжения относительно напряжения синхронизации 100 В переменного тока цепей управления;
  - повышенное силовое напряжение;
  - пониженное силовое напряжение;
  - дуговая защита;
  - защита от открывания дверей высоковольтных секций шкафа;
  - защита от работы в недопустимых температурных режимах (опция);
  - защита от превышения допустимого уровня влажности (опция);
  - внешние неисправности (опция).
- **Самодиагностика:**
  - неисправность системы управления и внутренних источников питания ШПТУ;
  - неисправность силовой части (пробой тиристоров) до и после пуска.
- Испытания 72 часа в режиме термоциклирования по заданной циклограмме на стендовом оборудовании ООО НПП «ЭКРА».
- **Контроль качества** на всех этапах производства.
- Наличие собственной испытательной базы позволяет проводить комплексные приемочные испытания, формируя **реальные нагрузочные режимы объекта**.
- Схемотехнические решения, применяемые в терминале системы управления ШПТУ, хорошо себя зарекомендовали в терминалах РЗА (6-750) кВ ООО НПП «ЭКРА».



## БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА

- Механическая блокировка дверей высоковольтных отсеков.
- Контроль **рабочего и контрольного положений** выкатных силовых МТ.
- Наличие **шторочного механизма**, исключающего прикосновение к токоведущим частям ШПТУ, находящимся под напряжением.
- Наличие соответствующих указателей о наличии напряжения и готовности ШПТУ к работе.
- Двери секций высокого напряжения снабжены рукоятками с возможностью запираания их замками.
- Двери секций низкого напряжения снабжены встроенными замками для исключения несанкционированного доступа.
- **Запатентованная конструкция высоковольтного столба** МТ обеспечивает нормированное прижатие таблеточных тиристоров в течение всего срока эксплуатации, а также выполнение ремонтных работ без применения специализированного оборудования и инструмента. Среднее время ремонта – приблизительно 30 мин.

## МАКСИМАЛЬНАЯ ОПЕРАТИВНОСТЬ И ПРОСТОТА ОБСЛУЖИВАНИЯ

- Для удобства монтажа ввод силового напряжения и вывод кабеля к агрегатам предусмотрены сверху/снизу шкафа или в верхней части обеих боковых стенок шкафа без установки дополнительных шкафов.
- Обеспечение максимальной оперативности при проведении профилактических и ремонтных работ благодаря выкатной конструкции силовых МТ с розеточными **контактами типа «тюльпан»**.
- Простота ввода в эксплуатацию и удобное управление обеспечиваются благодаря наличию ЖК-экрана с клавиатурой, простым и понятным интерфейсом.

## ИНТЕГРАЦИЯ В АСУ ТП ОБЪЕКТА

- Микропроцессорная система контроля и управления обеспечивает безопасный доступ к ШПТУ, а также контроль, конфигурирование, диагностику и дистанционное управление с широкими возможностями интеграции в АСУ ТП объекта.

## ВОЗМОЖНЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ

- **Плавное торможение** для исключения гидроударов.
- Управление ограничением тока **в функции частоты вращения**.
- **Толчковый режим (kick-start)**.

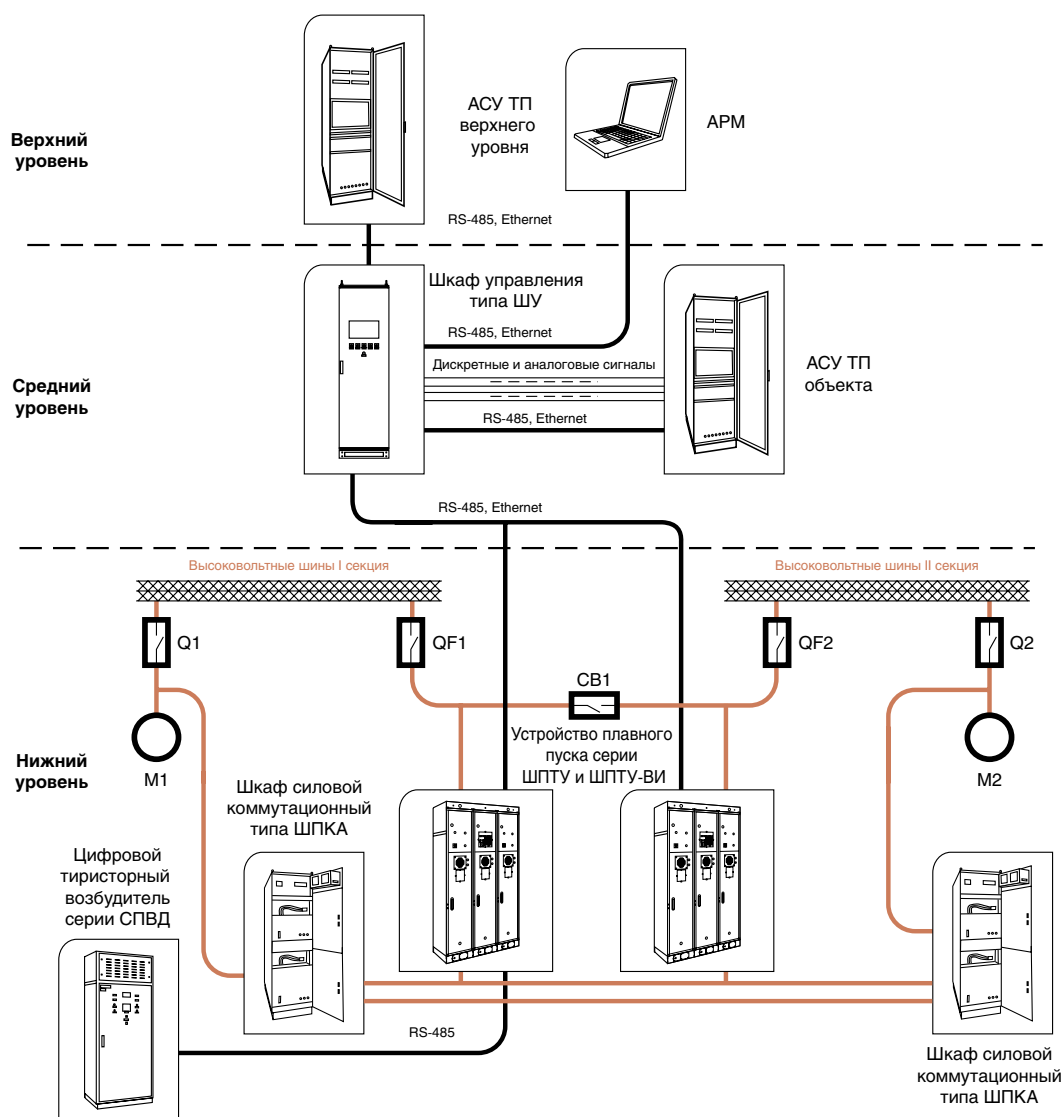


## ИНТЕГРАЦИЯ В АСУ ТП ОБЪЕКТА

Пусковое устройство типа ШПТУ может связываться с помощью аппаратных интерфейсов с устройствами коммуникаций промышленного стандарта, системами управления технологическими процессами и потреблением энергии и другими цифровыми устройствами по промышленной сети, включая следующие типы сетей: Modbus RTU (Modbus TCP, Modbus UDP, PROFIBUS DP, ProfiNET и др. по согласованию с Заказчиком).

Для организации взаимодействия с автоматизированной системой управления в базовом исполнении ШПТУ терминал системы управления включает в себя:

- канал связи RS-485 с протоколом Modbus RTU;
- дискретные входы с уровнем напряжения согласно опросному листу (ОЛ) или техническому заданию (ТЗ) ( $\approx 220$  В,  $\sim 220$  В или  $\approx 24$  В);
- дискретные выходы  $\approx 220$  В/0,1 А или  $\approx 24$  В/8 А;
- аналоговые входы 0...20/4...20/4...24 мА для задания частоты вращения;
- аналоговые выходы 0...20/4...20/4...24 мА для вывода текущей частоты вращения.



## СИСТЕМА ПЛАВНОГО ПУСКА НА ОСНОВЕ ШПТУ

С целью снижения затрат и удобства эксплуатации на базе ШПТУ может быть реализована однодвигательная или многодвигательная система плавного пуска (СПП), позволяющая осуществлять контроль и управление коммутационной аппаратурой для автоматического сбора требуемой схемы питания ШПТУ и ЭД.

### ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СПП НА БАЗЕ ШПТУ ПРИМЕНЯЮТСЯ:

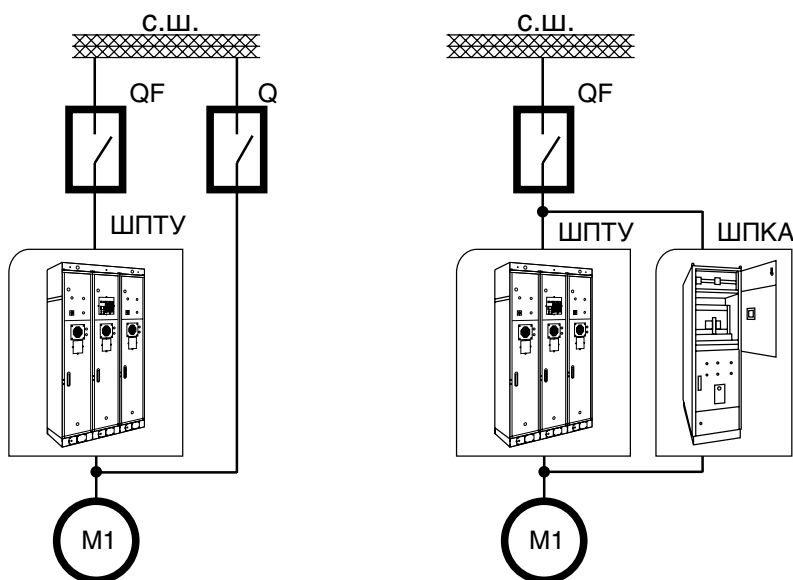
- пусковые устройства типа ШПТУ;
- шкафы коммутационной аппаратуры серии ШПКА или шкафы коммутационной аппаратуры сторонних производителей для поочередного подключения нескольких агрегатов к одному ШПТУ;
- шкаф управления ШУ со встроенным пультом управления оператора СПП на базе безвентиляторного панельного компьютера с сенсорным жидкокристаллическим экраном, осуществляющий контроль и управление элементами СПП и связь с АСУ объекта (наличие и исполнение зависит от количества ЭД/трансформаторов и количества ШПТУ);
- токоограничивающий реактор ТР, двухкатушечный сглаживающий реактор СР звена постоянного тока для ШПТУ-ВИ(Р);
- коммутационные ячейки (ячейки питания ШПТУ, ячейки ЭД, предназначенные для возможности прямого пуска и перевода питания ЭД на сеть и другие ячейки согласно ОЛ или ТЗ) (по согласованию с Заказчиком);
- удаленное автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора или энергетика на базе ноутбука (по согласованию с Заказчиком);
- цифровой тиристорный возбудитель для СЭД (по согласованию с Заказчиком);
- асинхронные или синхронные ЭД (по согласованию с Заказчиком).

### ПРЕИМУЩЕСТВАМИ СПП НА БАЗЕ ШПТУ ЯВЛЯЮТСЯ:

- Возможность корректного поочередного (каскадного) пуска от любого количества ШПТУ нескольких ЭД (до 16) с разными параметрами и мощностями, в том числе и разного типа (синхронный, асинхронный), с поддержкой индивидуальных параметров работы для каждого ЭД (например, кривая разгона).
- Внедрение предполагает полный комплекс услуг, включающий разработку проекта, консультации по монтажу, пусконаладочные работы и обучение персонала.

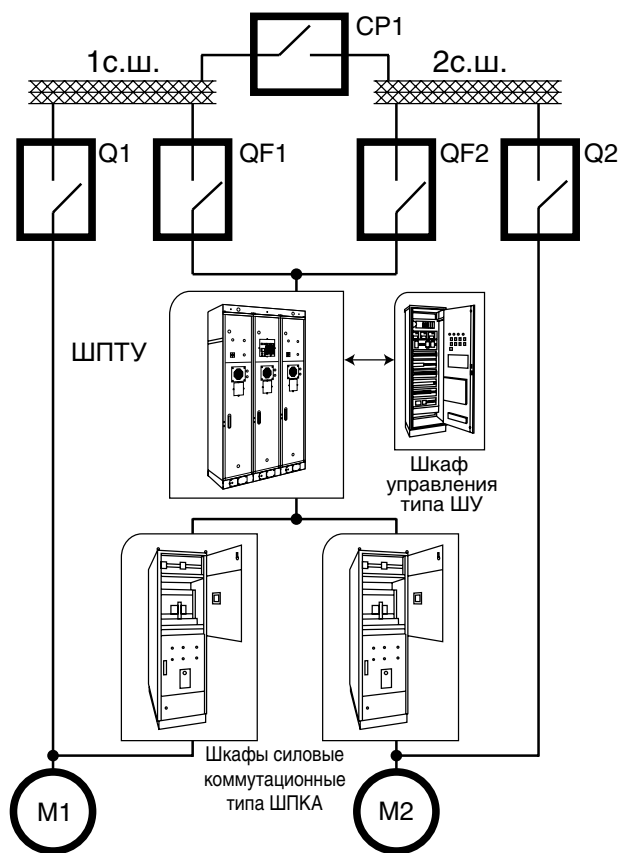


ПРИМЕРЫ ТИПОВЫХ ОДНОЛИНЕЙНЫХ СХЕМ



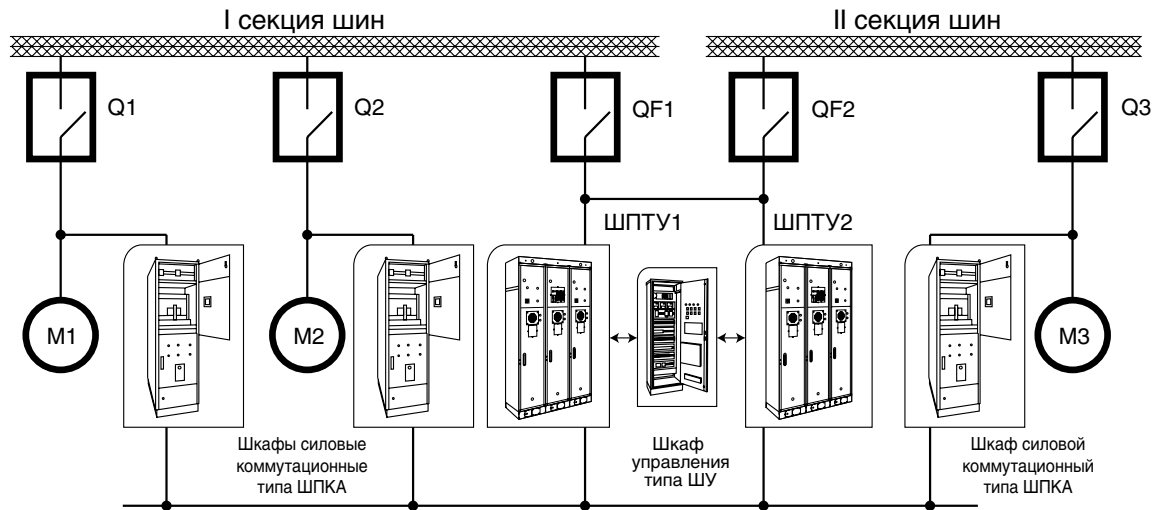
а) с шунтированием пусковой цепи

б) с шунтированием пускового устройства



в) каскадная схема запуска с использованием одного пускового устройства



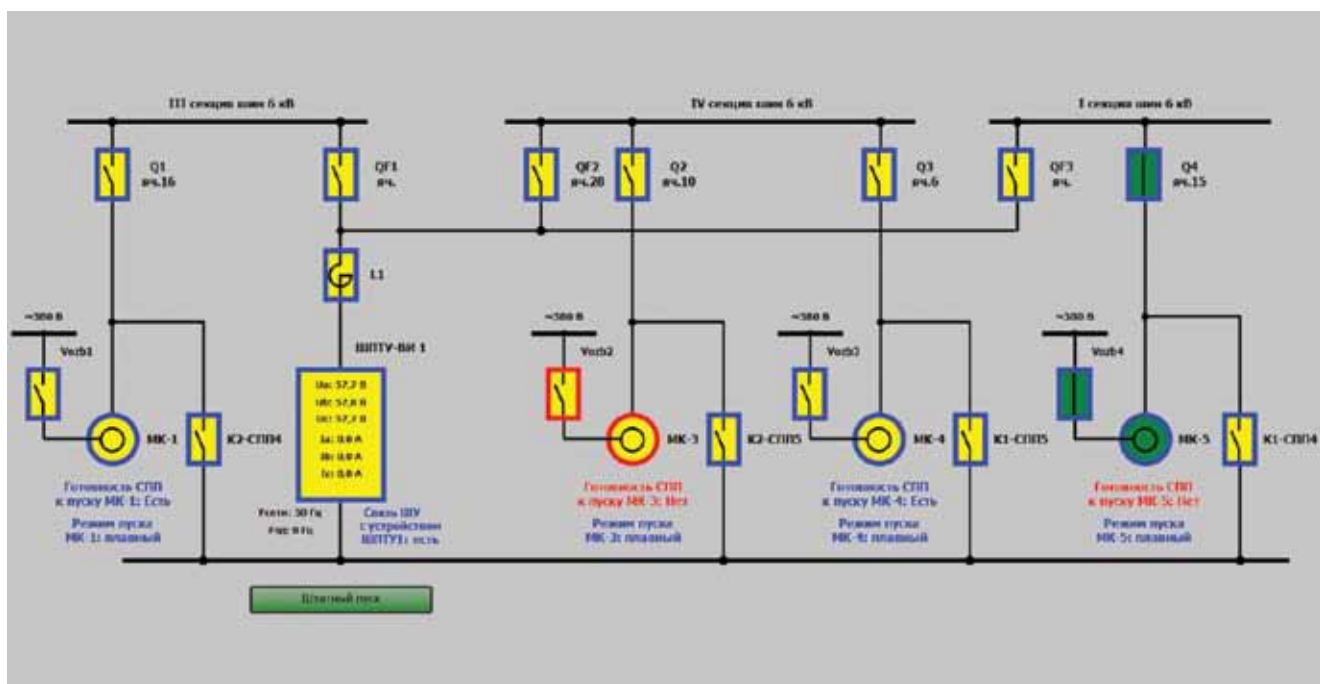


г) каскадная схема запуска с использованием нескольких пусковых устройств и взаиморезервированием

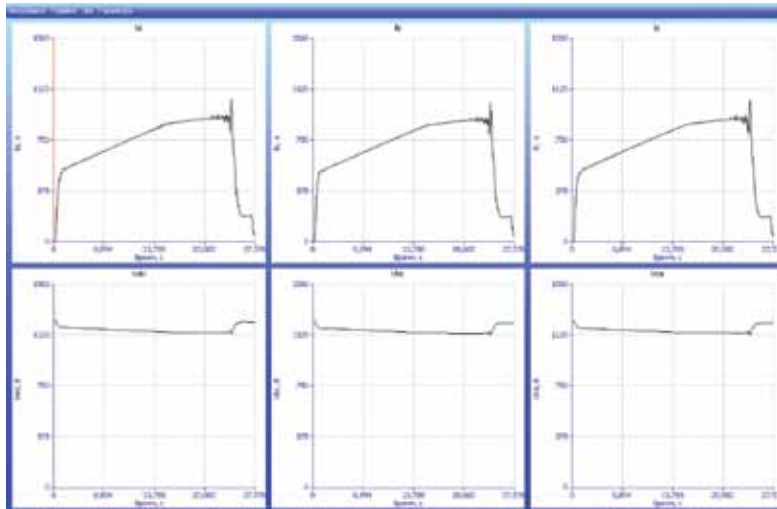
## ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «АСМиУ»

Безвентиляторный панельный персональный компьютер с сенсорным жидкокристаллическим экраном и установленным программно-техническим комплексом «Автоматизированная система мониторинга и управления» (ПТК «АСМиУ») выполняет функции панели оператора СПП со следующими возможностями:

- 1) Отображение **мнемонической схемы системы**, показывающей текущее состояние оборудования, наличие готовности и аварийные состояния всех элементов системы.
- 2) Отображение **панели состояний**, показывающей состояние защит, наличие/отсутствие команд, отображение состояния выключателей, наличие связи с устройствами.
- 3) **Возможность управления системой**, изменение параметров режимов работы СПП, **изменение уставок**, обновление программного обеспечения.
- 4) Чтение, сохранение, просмотр, анализ и печать **графиков медленно изменяющихся и мгновенных сигналов** (токов, напряжений, частоты вращения и т.п.). Настройка параметров графиков в режиме выполнения программы.
- 5) Функция ведения **трендов** медленно изменяющихся сигналов (действующие значения токов, напряжений, частоты вращения, температуры и т.п.) с изменяемым шагом выборки для оценки состояния работы энергосистемы во время пуска.
- 6) Ведение **журнала событий с шагом в 1 мс**, позволяющего определить причину срабатывания защит (ошибка персонала, неправильно подготовленная схема работы или отказ оборудования). Настройка отображаемых полей, количества дней и строк в окне событий, изменение текстов выводимых в окно событий без изменения исходного кода программы. Составление отчетов за определенный период времени.
- 7) Функция **регистратора**, облегчающая проведение пусконаладочных работ и текущую эксплуатацию пускового устройства, позволяющая отследить хронологию процесса работы в рамках нормального функционирования и со срабатыванием защит. Включает в себя: дату и время начала процесса работы, значения параметров работы, состояния элементов устройства, информацию о защитах.
- 8) **Синхронизация времени** в контроллере устройства по текущему системному времени компьютера.



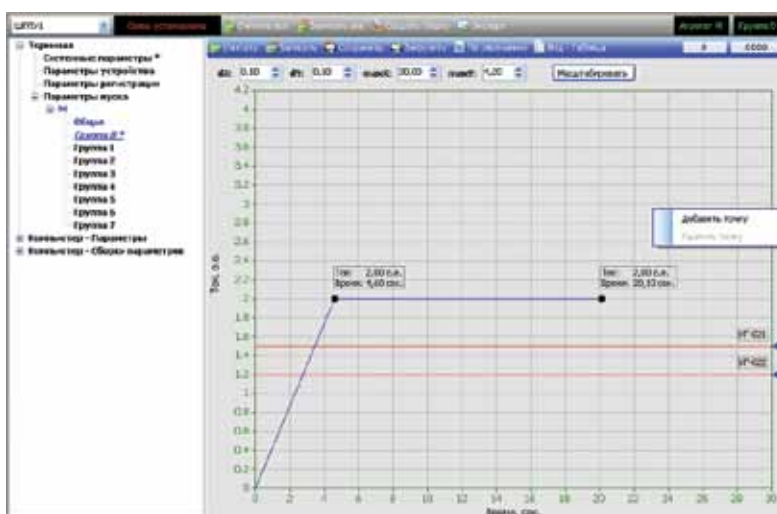
Мнемоническая схема системы



Графики действующих значений



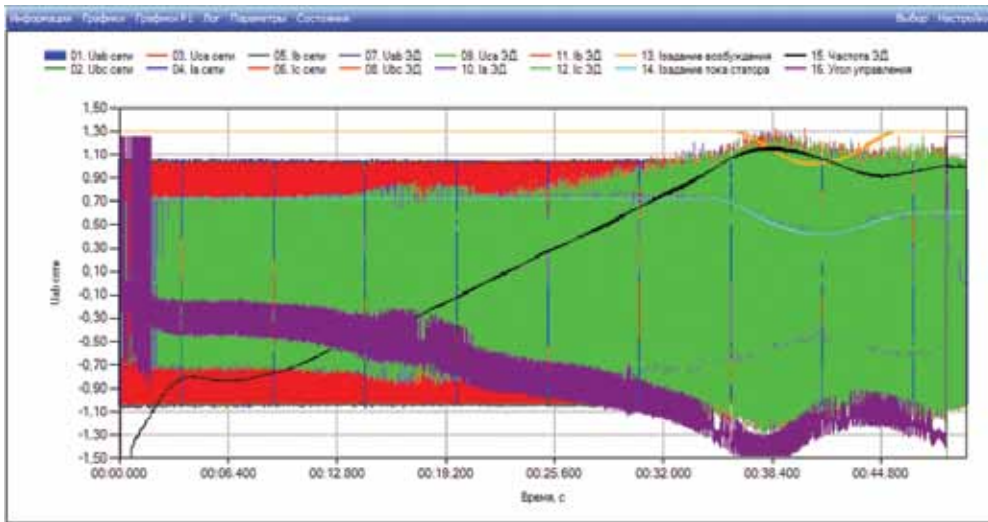
Форма истории событий



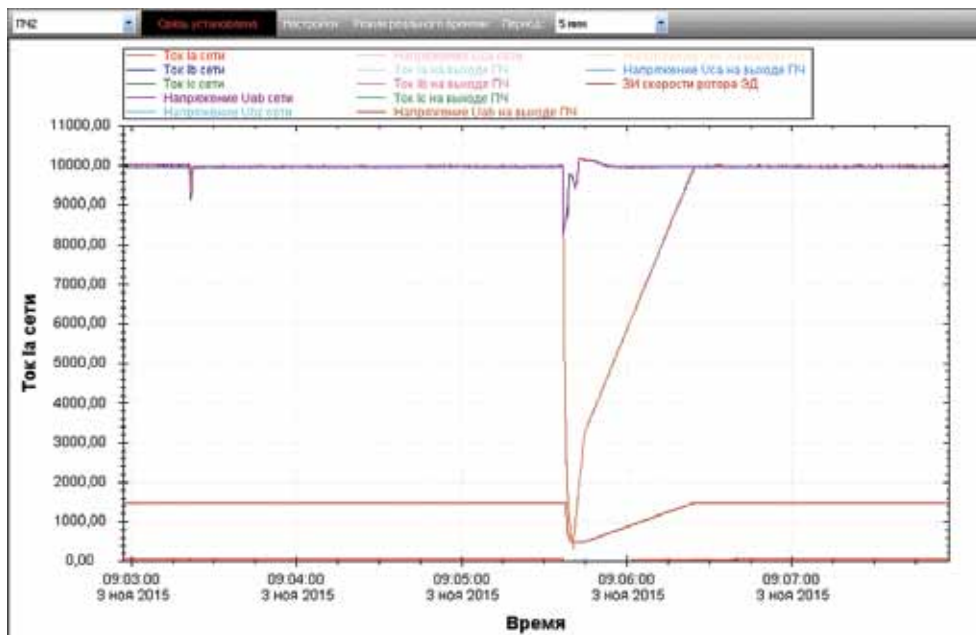
Задание кривой разгона

| №  | Имя    | Значение | Единица | По умолчанию | Имя | Маск | Описание  |
|----|--------|----------|---------|--------------|-----|------|---|
| 1  | PT-001 | 1        |         | 1            |     |      | Параметр времени задержки при включении   |
| 2  | PT-002 | 1,10     |         | 1,10         |     |      | Параметр времени задержки при выключении  |
| 3  | PT-003 | 1,10     |         | 1,10         |     |      | Параметр времени задержки при изменении частоты вращения                            |
| 4  | PT-004 | 0,20     |         | 0,20         |     |      | Параметр времени задержки при изменении частоты вращения в режиме реального времени |
| 5  | PT-005 | 2,00     |         | 2,00         |     |      | Параметр времени задержки при изменении частоты вращения в режиме реального времени |
| 6  | PT-006 | 0        |         | 0            |     |      | Параметр времени задержки при изменении частоты вращения в режиме реального времени |
| 7  | PT-007 | 1        |         | 1            |     |      | Параметр времени задержки при изменении частоты вращения в режиме реального времени |
| 8  | PT-008 | 1,000    |         | 1,000        |     |      | Параметр коэффициента усиления сигнала тока фазы В выпрямителя ПТ                   |
| 9  | PT-009 | 1,000    |         | 1,000        |     |      | Параметр коэффициента усиления сигнала тока фазы В выпрямителя ПТ                   |
| 10 | PT-010 | 1,000    |         | 1,000        |     |      | Параметр коэффициента усиления сигнала тока фазы В выпрямителя ПТ                   |

Изменение уставок



Графики мгновенных значений



Тренды

## ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ ШУ

### ВНЕШНИЙ ВИД ШУ

ШУ предназначен для управления элементами СПП и их контроля во всех режимах работы, диспетчеризации действий элементов СПП в процессе работы, имеет возможность передавать данные о состоянии системы в АСУ верхнего уровня, что позволяет интегрировать СПП в АСУ объекта и тем самым реализовать современную систему управления.

В состав ШУ входят:

- промышленный контроллер;
- промежуточные входные и выходные электромеханические реле, автоматические выключатели, блоки питания и прочая аппаратура;
- клеммники для подключения;
- панель управления – безвентиляторный компьютер с сенсорным жидкокристаллическим экраном для организации ПТК «АСМиУ»;
- кнопки аварийного отключения (опция);
- переключатели выбора режимов управления СПП (опция);
- источник бесперебойного питания (опция);
- прочие органы управления – по согласованию с Заказчиком.



### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ШУ

- управление элементами СПП (к примеру, дискретное управление высоковольтными ячейками, управление ШПТУ по каналу связи RS-485 и т.п.);
- мониторинг состояния элементов СПП;
- журнал событий процесса работы СПП с шагом в 1 мс, позволяющий определить причину срабатывания защит (ошибка персонала, неправильно подготовленная схема работы или отказ оборудования);
- взаимодействие с АСУ верхнего уровня как при помощи дискретных и аналоговых сигналов, так и по каналам связи.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШУ

| ПАРАМЕТР                                       | ЕД. ИЗМ. | ЗНАЧЕНИЕ                          |
|--|----------|-----------------------------------|
| Номинальное напряжение питания                 | В        | ~220 или =220                     |
| Номинальное напряжение оперативного тока       | В        | ~220 или =220                     |
| Мощность потребления                           | Вт       | не более 1000                     |
| Механическое исполнение по ГОСТ 30631-99       |          | M39                               |
| Степень защиты по ГОСТ14254-96                 |          | IP41 (IP54 по заказу)             |
| Температура окружающей среды                   | °С       | от +1 до +40                      |
| Влажность                                      | %        | не более 80 без конденсации влаги |
| Высота над уровнем моря                        | м        | до 1000 (возможно увеличение)     |
| Габаритные размеры (ширина × глубина × высота) | мм       | 600(800)×600×2200                 |
| Масса  | кг       | не более 300                      |



## ШКАФ КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ТИПА ШПКА

### ВНЕШНИЙ ВИД ШПКА

Шкафы коммутационной аппаратуры (шкафы переключателей нагрузки) типа ШПКА во взаимодействии с системой управления ШПТУ осуществляют подключение ШПТУ к запускаемым ЭД или трансформаторам на время плавного пуска или включения, с последующим отключением или шунтированием ШПТУ.

В изолированных друг от друга вертикальных отсеках шкафа ШПКА установлены один или два высоковольтных контактора или вакуумных выключателя на выдвижных малогабаритных тележках с использованием самоцентрирующихся силовых контактов типа «тюльпан».

Между коммутационным аппаратом и высоковольтными проводниками находятся изолирующие шторки, которые отделяют пространство коммутационного элемента от пространства высоковольтных проводников.

Высоковольтное и низковольтное оборудование отделено друг от друга металлическими внутренними стенками шкафа.

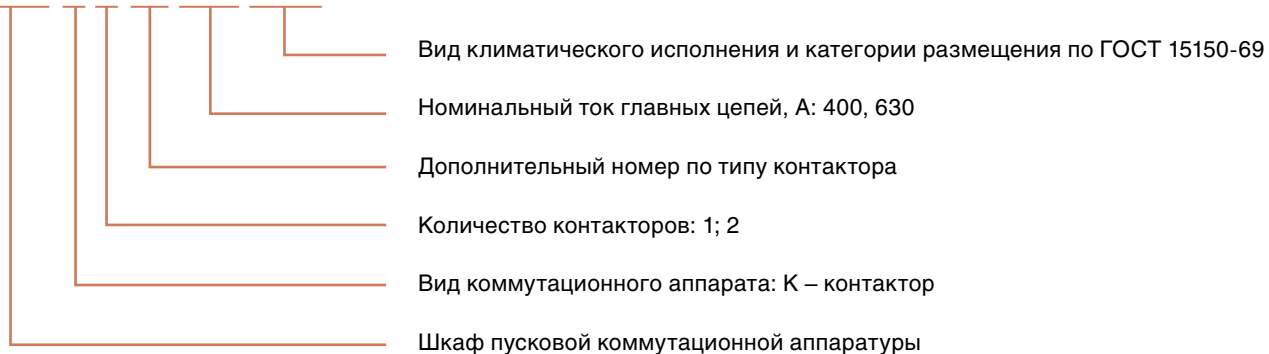
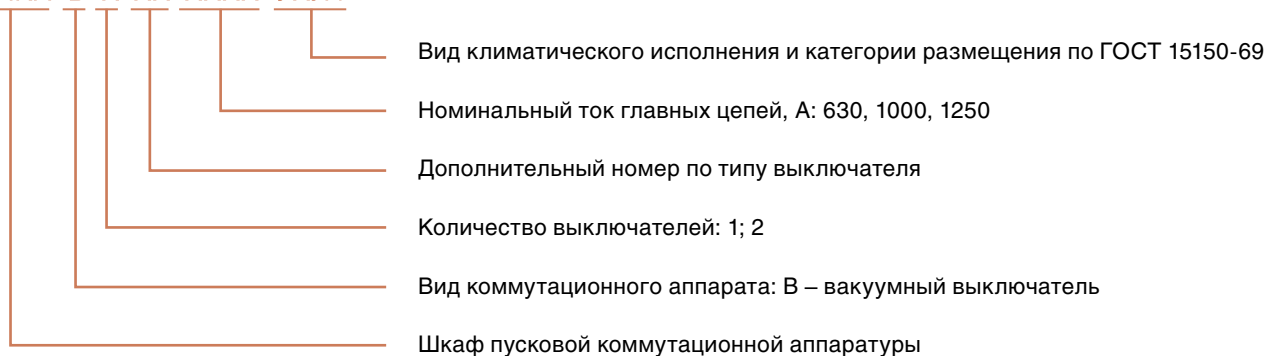
Ввод/вывод силовых шин (кабелей) – сверху и снизу в любой комбинации.



### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПКА

| ПАРАМЕТР  | ЕД. ИЗМ. | ЗНАЧЕНИЕ   |
|---|----------|--|
| Номинальный ток главных цепей                                   | А        | 400, 630, 1000, 1250                                 |
| Номинальное напряжение главных цепей                            | кВ       | 6/10   |
| Номинальное напряжение цепей управления                         | В        | ~220 или =220  |
| Номинальная частота переменного тока                            | Гц       | 50   |
| Ток потребления   |          |  |
| • в цепях питания привода при срабатывании                      | А        | • не более 5   |
| • в цепях питания привода при удержании во включенном состоянии | А        | • не более 1   |
| Степень защиты по ГОСТ 14254-96                                 |          | IP20 (другие – по заказу)                            |
| Механическое исполнение по ГОСТ 30631-99                        |          | M1   |
| Температура окружающей среды                                    | °С       | от +1 до +40   |
| Влажность   | %        | не более 80 без конденсации влаги                    |
| Высота над уровнем моря   | м        | до 1000 (возможно увеличение)                        |
| Габаритные размеры (ширина × глубина × высота)                  | мм       | 700×1100×2200 для ШПКА-К<br>800×1200×2200 для ШПКА-В |
| Масса   | кг       | не более 500 для ШПКА-К<br>не более 750 для ШПКА-В   |

## СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ШПКА

ШПКА-К-Х-ХХ-ХХХ УХЛ4ШПКА-В-Х-ХХ-ХХХХ УХЛ4





## ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА ШПТУ

ВНЕШНИЙ ВИД ШПТУ



ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА ШПТУ

ШПТУ-XX-XX-XXXX М УХЛ4

Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150

Модификация:

М – модернизированное (уменьшенные габаритные размеры);

МК – дополнительно встроенный вакуумный контактор

Номинальный ток, А: 125, 250, 400, 630, 1000, 1250

Номинальное напряжение переменного тока (линейное), кВ: 3, 6, 10, 15

Характеристика:

Д – для плавного пуска двигателей (фазовое управление);

Т – для плавного включения трансформаторов (фазовое управление);

В(Р\*) – выпрямитель преобразователя частоты ШПТУ-ВИ;

И(Р\*) – инвертор преобразователя частоты ШПТУ-ВИ;

\* с функцией регулирования

Шкаф пусковой тристорного устройства



## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПТУ

| ПАРАМЕТР  | ЕД. ИЗМ.                         | ЗНАЧЕНИЕ  |
|---|----------------------------------|---|
| Мощность запускаемых ЭД                         | МВт                              | до 25   |
| Мощность запускаемых трансформаторов            | МВА                              | до 100  |
| Номинальное напряжение трехфазной питающей сети | кВ                               | 3/6/10/15 (+10 %/-15%)  |
| Номинальный ток главных цепей                   | А                                | 125..1250   |
| Частота питающей сети                           | Гц                               | 50/60 ± 5 %   |
| Тип двигателя                                   |                                  | асинхронный / синхронный  |
| Протокол связи взаимодействия с внешней АСУ     |                                  | Modbus RTU (Modbus TCP, ProfibusDP, Profinet и др. – по заказу)               |
| Механическое исполнение по ГОСТ 30631-99        |                                  | M1  |
|   |                                  | 800×1100×2200 (ШПТУ-125М,МК, 250М,МК)   |
| Габаритные размеры (ширина × глубина × высота)  | мм                               | 1200×1000×2200 (ШПТУ-125, 250)  |
|   |                                  | 1800×1200×2200 (ШПТУ-400...1250)<br>500 (ШПТУ-125М,250М)                      |
| Масса   | кг                               | 560 (ШПТУ-125МК,250МК)  |
|   |                                  | 800 (ШПТУ-125,250)  |
|   |                                  | 1700 (ШПТУ-400...1250)  |
| Гарантия качества                               |                                  | зарегистрированный стандарт ISO 9001  |
| Конструкция                                     | Степень защиты                   | IP20, IP31 (другие – по заказу)   |
|   | Исполнение                       | шкафное, одностороннее обслуживание   |
|   | Охлаждение                       | принудительное воздушное  |
| Показатели надежности и гарантии                | Средняя наработка на отказ       | ч<br>не менее 150000 для программно-аппаратных узлов<br>не менее 25000 для МТ |
|   | Средний срок службы              | лет<br>не менее 30  |
|   | Гарантийный срок эксплуатации    | лет<br>до 3   |
| Условия эксплуатации                            | Температура эксплуатации         | °С<br>от +1 до +45  |
|   | Влажность                        | %<br>до 80 (без конденсации влаги)  |
|   | Тип атмосферы                    | II промышленная   |
|   | Высота над уровнем моря          | м<br>до 1000 (возможно увеличение)  |
|   | Рабочее положение в пространстве | вертикальное, допускаются отклонения до 10° в любую сторону                   |
| Климатическое исполнение                        |                                  | УХЛ4  |



ТАБЛИЦА 1 ТИПОВЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ

| Типоисполнение       | Номинальное напряжение сети (линейное), кВ | Максимальный ток силовых цепей (действующее значение) в течение времени до 90 с, А, не более | Номинальная мощность сети, кВ·А, не менее | Номинальная мощность пускаемых двигателей при $I_{пуск} = 4I_{ном дв.}$ кВт, не более |      |      |
|----------------------|--|--|---|---|------|------|
| 1                    | 2  | 3  | 4   | 5   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-125 УХЛ4    | 6  | 380  | 1830                                      | 850   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-125М УХЛ4   |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-125МК УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-250 УХЛ4    |  | 6  | 720                                       | 3800  | 1800 |      |
| ШПТУ-Д-6-250М УХЛ4   |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-250МК УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-400 УХЛ4    |  |  | 1370                                      | 7200  | 3000 |      |
| ШПТУ-Д-6-630 УХЛ4    |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-1000 УХЛ4   |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-1250 УХЛ4   | 10   | 2810   | 14700                                     | 6300  |      |      |
| ШПТУ-Д-6-1250 УХЛ4   |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-6-1250 УХЛ4   |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-125 УХЛ4   |  | 10   | 350                                       | 3050  | 1400 |      |
| ШПТУ-Д-10-125М УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-125МК УХЛ4 |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-250 УХЛ4   |  |  | 10  | 720   | 6300 | 3000 |
| ШПТУ-Д-10-250М УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-250МК УХЛ4 |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-400 УХЛ4   | 1370                                       |  |   | 12000   | 5000 |      |
| ШПТУ-Д-10-630 УХЛ4   |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-1000 УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-1250 УХЛ4  | 2800                                       |  | 24500                                     | 10000   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-1250 УХЛ4  | 4250                                       |  | 30500                                     | 15000   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |
| ШПТУ-Д-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |      |      |

$I_{пуск}$  – пусковой ток

$I_{ном дв.}$  – номинальный ток двигателя

Другие исполнения – по запросу

Типоисполнения ШПТУ-ВИ с частотным управлением для пуска СЭД с щеточным возбудителем приведены в таблице 2.

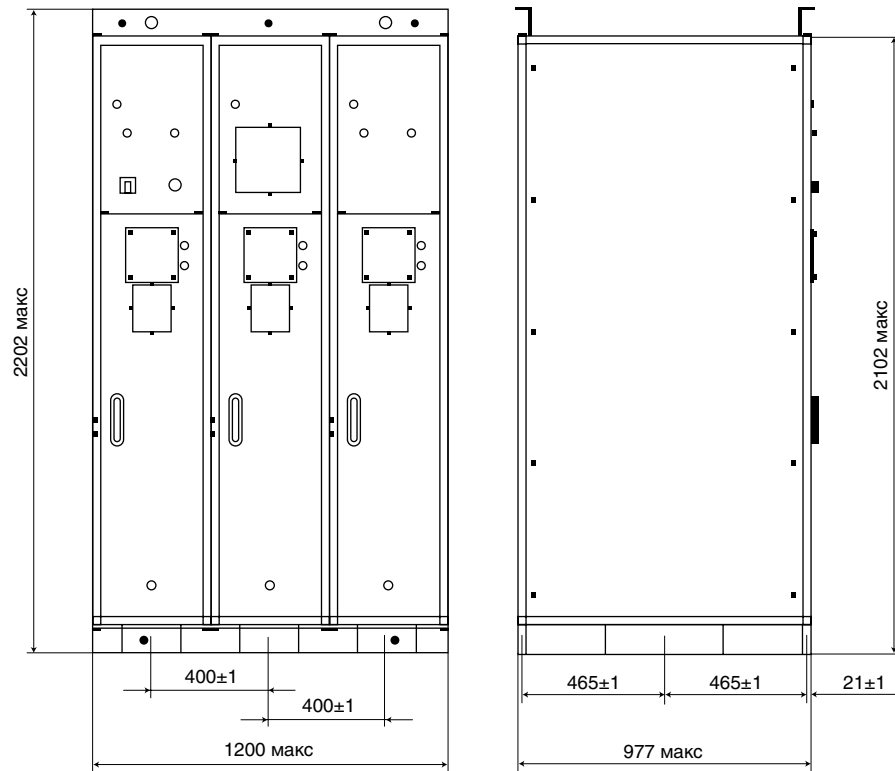
ТАБЛИЦА 2 ТИПОВЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ

| Типоисполнение          | Номинальное напряжение сети (линейное), кВ | Максимальный ток силовых цепей (действующее значение) в течение времени до 90 с, А, не более | Номинальная мощность сети, кВ·А, не менее | Номинальная мощность пускаемых двигателей при $I_{пуск} = 1,2I_{ном дв.}$ кВт, не более |       |      |
|-------------------------|--|--|---|---|-------|------|
| 1                       | 2  | 3  | 4   | 5   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-125 УХЛ4    | 6  | 380  | 1830                                      | 2000  |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-125М УХЛ4   |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-125МК УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-250 УХЛ4    |  | 6  | 720                                       | 3800  | 4000  |      |
| ШПТУ-В(И)-6-250М УХЛ4   |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-250МК УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-400 УХЛ4    |  |  | 1370                                      | 7200  | 6300  |      |
| ШПТУ-В(И)-6-630 УХЛ4    |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-1000 УХЛ4   |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-1250 УХЛ4   | 10   | 4250   | 18300                                     | >15000  |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-1250 УХЛ4   |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-6-1250 УХЛ4   |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-125 УХЛ4   |  | 10   | 380                                       | 3050  | 3150  |      |
| ШПТУ-В(И)-10-125М УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-125МК УХЛ4 |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-250 УХЛ4   |  |  | 10  | 720   | 6300  | 6300 |
| ШПТУ-В(И)-10-250М УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-250МК УХЛ4 |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-400 УХЛ4   | 1370                                       |  |   | 12000   | 12500 |      |
| ШПТУ-В(И)-10-630 УХЛ4   |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-1000 УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-1250 УХЛ4  | 2810                                       |  | 24500                                     | 25000   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-1250 УХЛ4  | 4250                                       |  | 30500                                     | >25000  |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |
| ШПТУ-В(И)-10-1250 УХЛ4  |  |  |   |   |       |      |

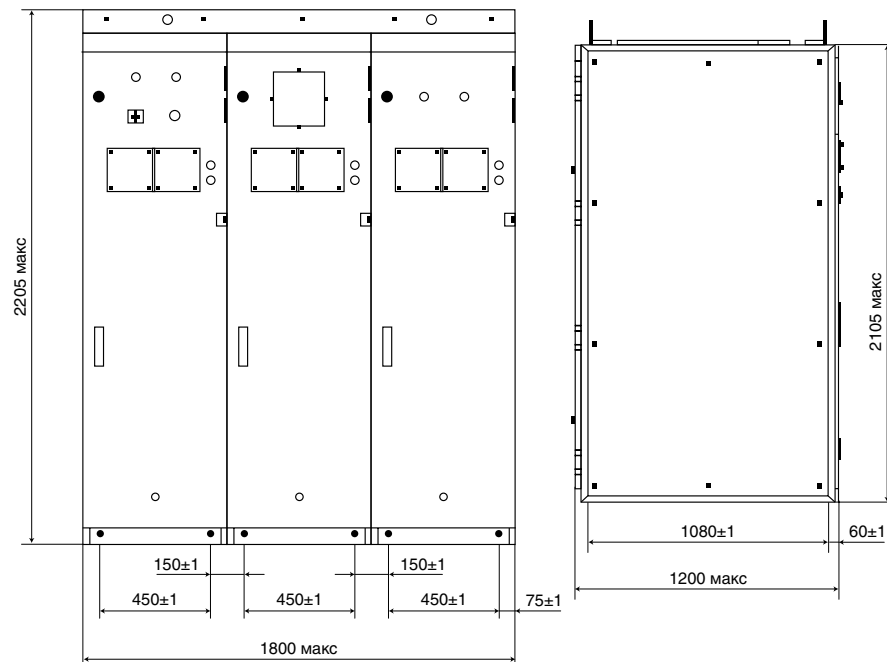
$I_{пуск}$  – пусковой ток

$I_{ном дв.}$  – номинальный ток двигателя

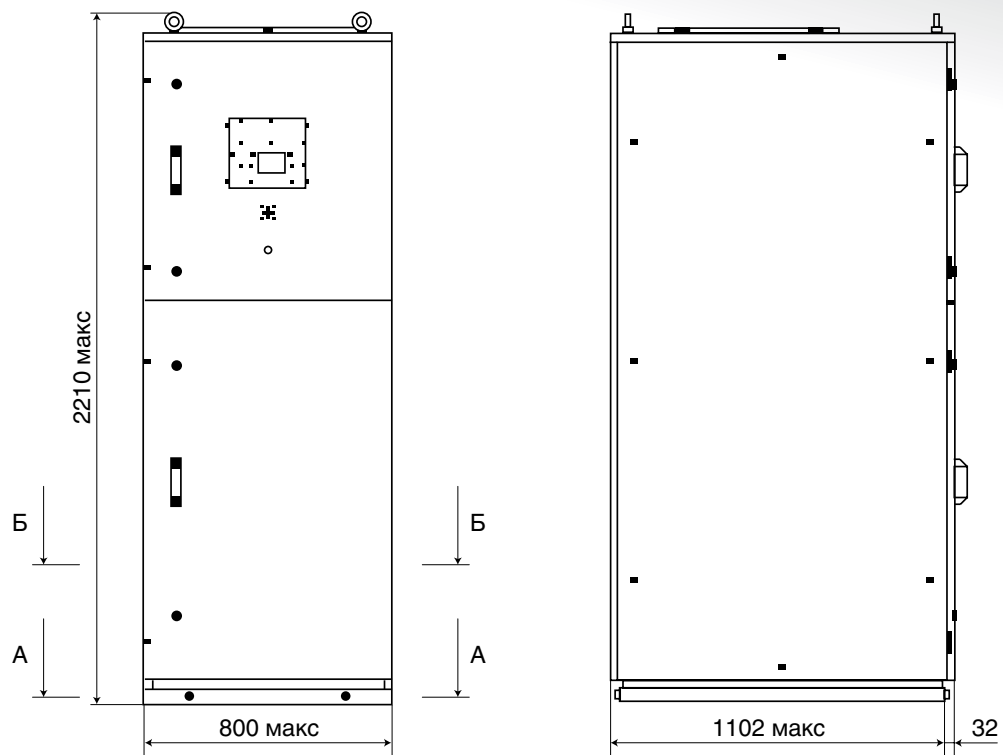
Другие исполнения – по запросу



Габаритные размеры ШПТУ-125(250)



Габаритные размеры ШПТУ-400...1250



Габаритные размеры ШПТУ-125(250) М(МК)



## ГАРАНТИЙНОЕ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

ООО НПП «ЭКРА» – научно-производственное предприятие «полного цикла», функционирующее без участия иностранного капитала. Мы выдаем комплексные решения на весь спектр ваших задач вплоть до введения в эксплуатацию и проведения обучения ваших специалистов.

### ВНЕДРЕНИЕ

Специалисты нашего предприятия имеют большой многолетний опыт разработки, комплексной поставки и внедрения проектов систем плавного пуска и частотного регулирования в различных отраслях промышленности. Мы поможем ВАМ осуществить правильный выбор необходимого оборудования. Наличие запаса зарубежных компонентов на собственном складе обеспечивает минимальные сроки изготовления и поставки.

### ГАРАНТИЯ

Один из наибольших сроков гарантии – 24 месяца со дня ввода в эксплуатацию с возможностью расширения до 36 месяцев для особо важных объектов. Большой срок гарантии объясняется качественной элементной базой пусковых устройств, а также качеством изготовления. Постоянное наличие основных деталей пусковых устройств, собственный склад компонентов позволяют в кратчайшие сроки устранить возникшие неисправности путем гарантийной замены блоков.

### КАЧЕСТВО

ООО НПП «ЭКРА» берет на себя обязательство гарантировать надежность и качество каждого изготовленного и поставленного пускового устройства. Чтобы обеспечить полное соответствие стандартам качества и требованиям Заказчика, каждый компонент пускового устройства подвергается всесторонним испытаниям на современном испытательном оборудовании компании.

### ОБУЧЕНИЕ

Широкая программа обучения работе с пусковыми устройствами серии ШПТУ может быть осуществлена в научном образовательном центре ООО НПП «ЭКРА». Предлагаются разные варианты обучения, от базовых учебных курсов до программ, разработанных с учетом конкретных потребностей Заказчика.

### РЕМОНТ, ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ

Как правило, основные электронные комплектующие – иностранного производства, что может увеличить сроки их поставки. Поэтому для снижения рисков задержек на предприятии постоянно поддерживается запас таких комплектующих. Все остальные комплектующие в случае необходимости могут производиться непосредственно на предприятии в кратчайшие сроки. Кроме того, модульная конструкция силовой схемы и системы управления пускового устройства позволяет быстро производить ремонт путем замены вышедших из строя блоков, а необходимые для замены блоки всегда доступны для поставки в самые минимальные сроки (как правило, до 24 часов).

### СЕРВИСНЫЕ СЛУЖБЫ

ООО НПП «ЭКРА» имеет широкую сеть сервисных центров по всей Российской Федерации, а также в Казахстане.

### РЕПУТАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

Ответственное отношение ООО НПП «ЭКРА» к качеству выпускаемой продукции подтверждено сертификатами о внедрении и применении системы качества и системы менеджмента качества EUROCAT и T V CERT DIN EN ISO9001:2008, а также поставками продукции на такие ответственные объекты, как АЭС.



## ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ВОПРОСАМ ОБРАЩАТЬСЯ:

|   |   |
|---|---|
| Отдел электропривода ООО НПП «ЭКРА» .....   | 428000, РФ, г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, 103 А |
| Автосекретарь.....                          | (8352) 22-01-30   |
| Тел. /факсы: по предприятию (мини-АТС)..... | (8352) 22-01-10 (приемная)                              |
|   | (8352) 57-00-76, 57-00-35, 55-43-61, 57-01-27, 55-03-68 |
| E-mail .....                                | ekra@ekra.ru  |
| http:// .....                               | www.ekra.ru   |

Зав. отделом электропривода:  
Вишневецкий Владимир Ильич  
тел. доб. 9215  
E-mail: vishnevskiy-v@ekra.ru

Зам. директора по маркетингу и продажам:  
Тарасов Евгений Викторович  
тел. доб. 1227  
Моб.: 917 657 42 19  
E-mail: tarasov\_ev@ekra.ru

Зам. руководителя департамента  
технического маркетинга:  
Паймурзов Александр Геннадьевич  
тел. доб. 1143  
E-mail: paymurzov\_ag@ekra.ru

Зам. директора по маркетингу и продажам:  
Оборин Владимир Николаевич  
тел. доб. 1139  
Моб.: 919 650 66 95  
E-mail: oborin-v@ekra.ru

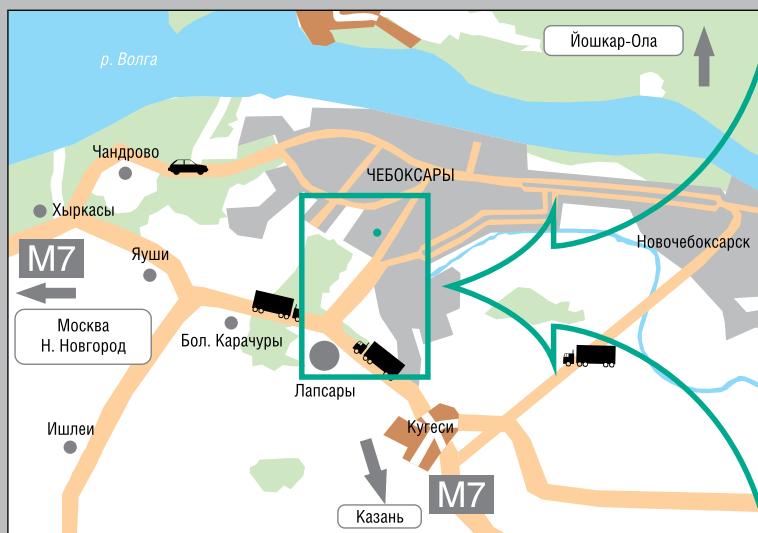




# СХЕМЫ ПРОЕЗДА

ООО НПП «ЭКРА»

428020, РФ, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 3





**ЭКРА**

ООО НПП «ЭКРА»  
428020, РФ, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 3  
тел. / факс: (8352) 22 01 10 (многоканальный)  
22 01 30 (автосекретарь)  
39 99 29, 55 03 68  
57 00 35, 57 00 76

e-mail: [ekra@ekra.ru](mailto:ekra@ekra.ru)  
<http://www.ekra.ru>