

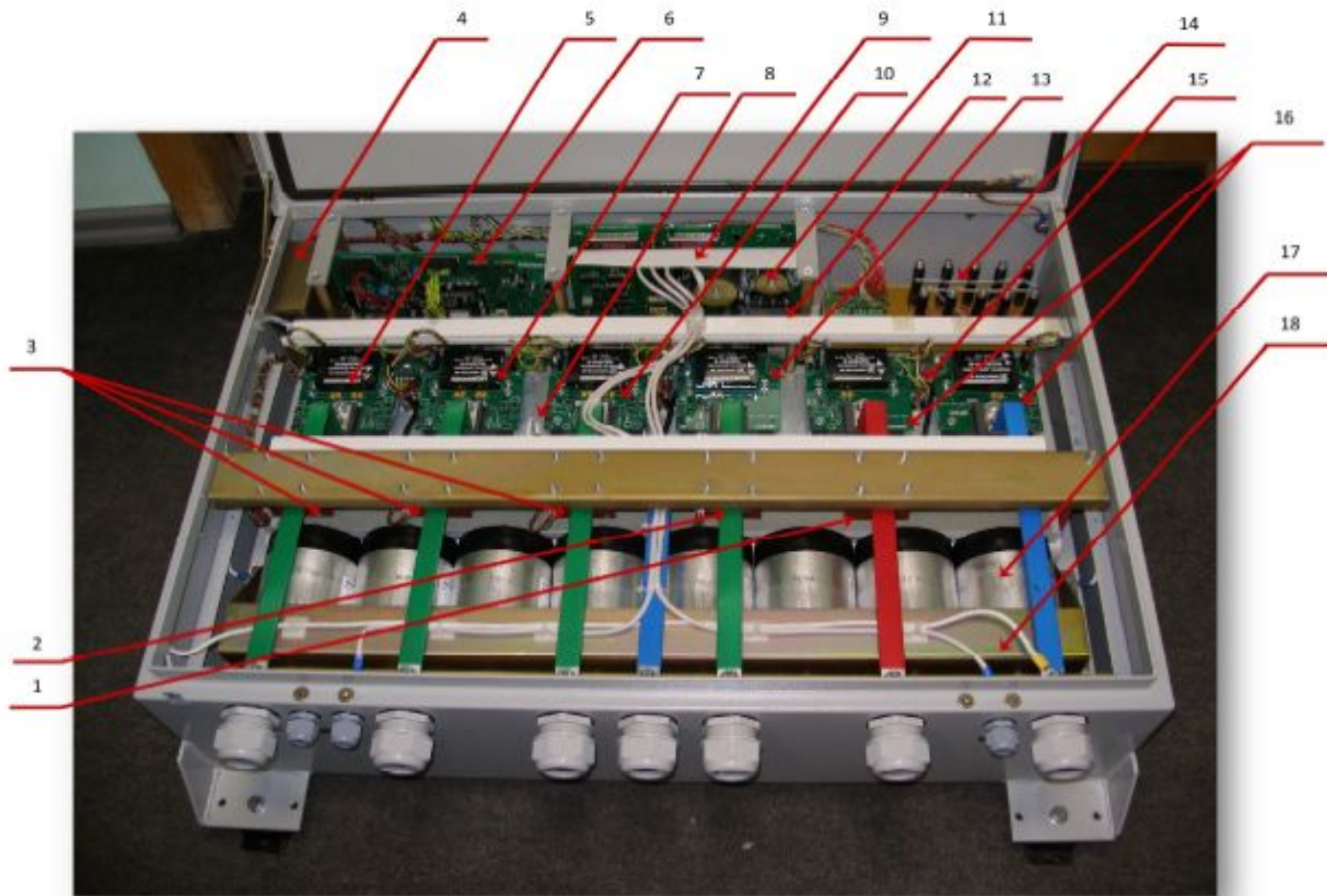
СПб ГУП «Горэлектротранс»

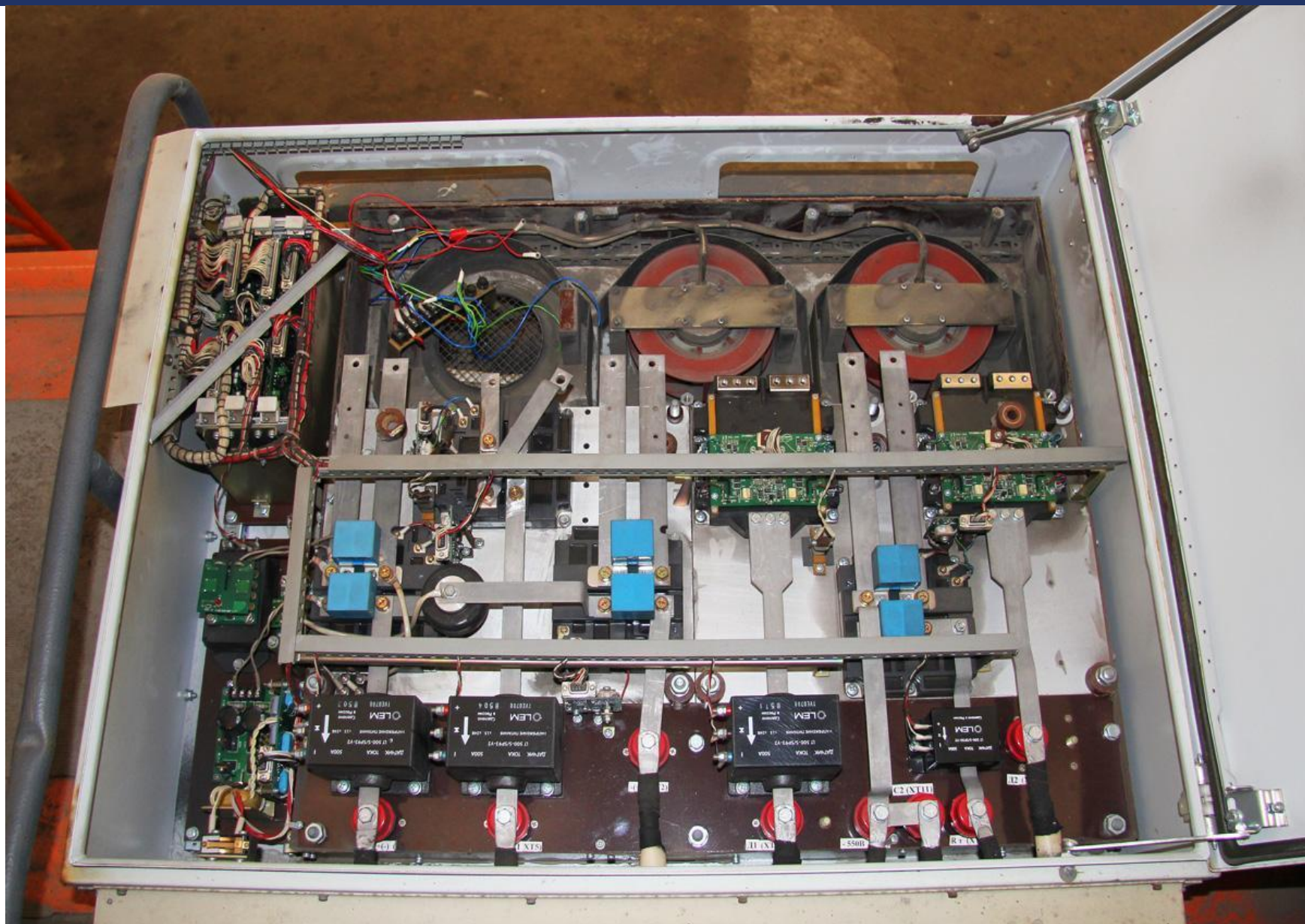
Типы тяговых приводов



ГЭТ
Электротранспорт
Санкт-Петербурга

- АО «НПП «ЭПРО», Санкт-Петербург (БСПТ)
- ООО «Чергос», Санкт-Петербург (ПТАД)
- ЗАО «Канопус» Златоуст, Челябинской обл. (ИПТ)
- ООО НПФ «Арс Терм» (ИРБИС), Новосибирск (ИРБИ)
- ОАО «Белкоммунмаш», Минск (АКСМ)





Тяговый преобразователь представляет собой инвертор переменного тока (ИПТ) и предназначен для формирования задающего напряжения на тяговом двигателе для осуществления плавного разгона и торможения, установлен в ящике электрооборудования на крыше.

Водитель с помощью цифровых контроллеров, установленных под педалями, управляет ускорением разгона и замедления. Тяговый привод, принимая сигналы с цифровых контроллеров, контролируя ток и напряжение в сети и на двигателе, осуществляет векторное управление тяговым двигателем с помощью трёхфазного инвертора, состоящего из шести IGBT-модулей.

Контроль работы силовой части блока ИПТ осуществляет блок управления, который интегрирован в блок ИПТ. Блок управления анализирует данные, поступающие со всех датчиков и подсистем входящих в блок ИПТ, и на основании полученной информации осуществляет управление и защиту.

- Реостатно-контакторные;
- Тиристорные;
- Транзисторные (на IGBT- модулях)

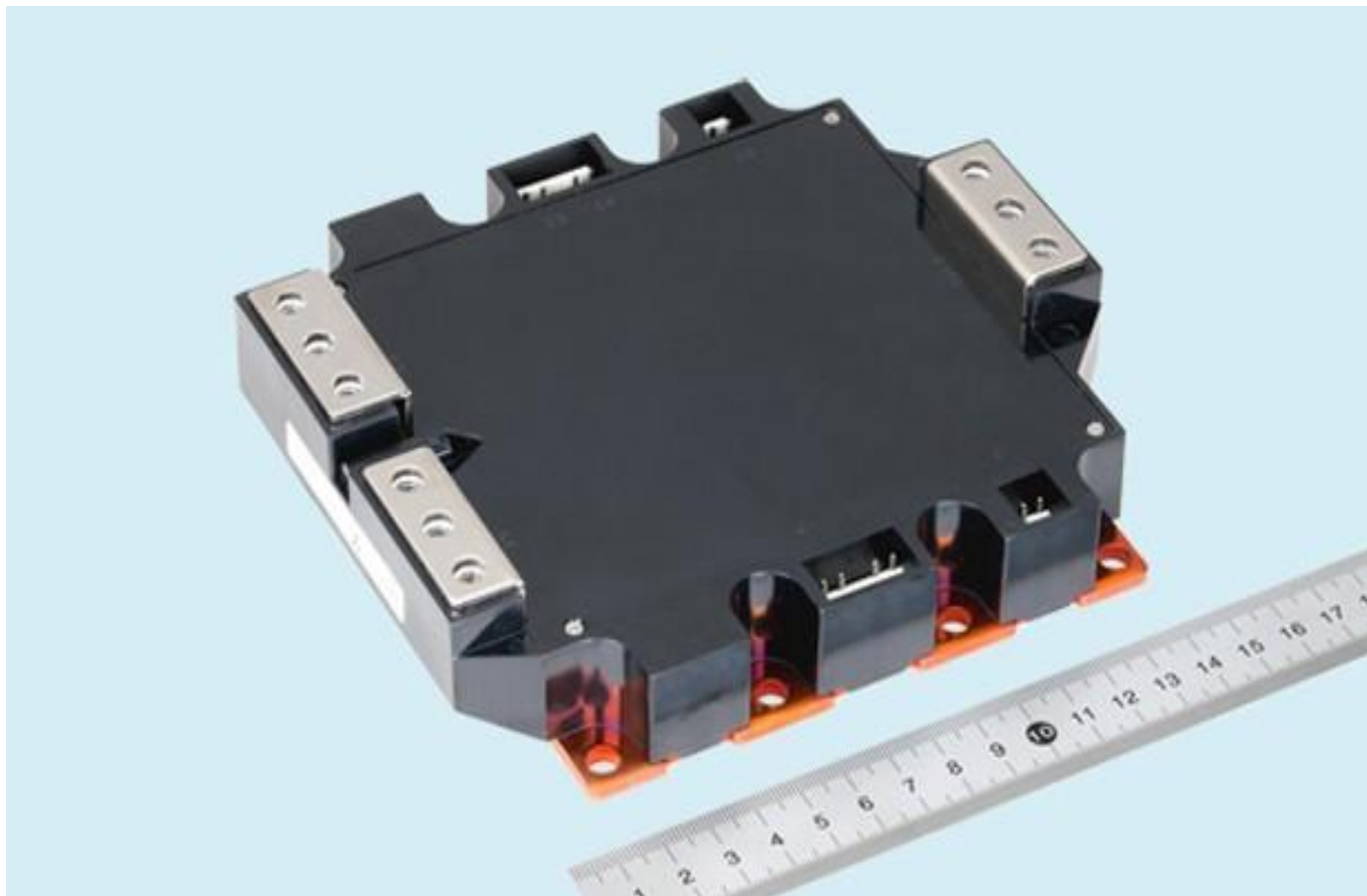
IGBT- , [англ.](#) *Insulated-gate bipolar transistor*

(БТИЗ - биполярный транзистор с изолированным затвором *T*) — трёхэлектродный силовой полупроводниковый прибор, сочетающий два транзистора в одной

полупроводниковой структуре: биполярный (образующий силовой канал) и полевой (образующий канал управления).

Применение БТИЗ-модулей в системах управления тяговыми двигателями позволяет (по сравнению с тиристорными устройствами) обеспечить высокий КПД, высокую плавность хода машины и возможность применения рекуперативного торможения практически на любой скорости.

IGBT применяют при работе с высокими напряжениями (более 1000 В), высокой температурой (более 100 °С) и высокой выходной мощностью (более 5 кВт).





Технические характеристики.

1.1.1.1 Входные параметры:

- номинальное напряжение контактной сети постоянного тока (KC) – 550 В;
- рабочий диапазон напряжения KC – 400 – 720 В.

1.1.1.2 Основные параметры:

- номинальная мощность преобразователя БСПТ-180КРВ 180 кВт;
- максимальный входной рабочий ток в тяговом режиме при $U_{ном}$ 400 А;
- максимальный возвращаемый ток в тормозном режиме – 400 А;
- КПД преобразовательной части комплекта с учетом потерь на вентиляцию 97%;
- КПД комплекта с учетом ГЭД 90%.



1.2.1.3 Комплект обеспечивает следующие режимы работы троллейбуса:

- разгон с заданным ускорением;
- движение выбегом;
- бесконтактное изменение направления движения (реверсирование ГЭД);
- служебное электрическое рекуперативно–реостатное торможение при наличии потребителей энергии. Допускается совместное действие электрического и воздушного тормозов при экстренном торможении;
- электрическое торможение при потере напряжения в контактной сети;



Блок **БВР** предназначены для индуктивного отделения от контактной сети (для снижения переменной составляющей потребляемого или рекуперированного тока и для подавления радиопомех). **БВР** состоит из двух радиореакторов с суммарной индуктивностью не менее 0,24 мГн и с номинальным током 240 А.

Блок **БТР** предназначен для перевода стрелок под током, защиты от перенапряжений и рассеивания энергии электрического торможения в случае отсутствия или малой мощности потребителей в КС. Полное активное сопротивление одного блока **БТР** 1,9 Ом, мощность – 14 кВт.

Блок **БСПТ** осуществляет импульсное регулирование напряжения на тяговом двигателе. Блок **БСПТ** содержит все активные силовые функциональные узлы тягового преобразователя. В состав **БСПТ** входит система управления электроприводом (СУ), блоки питания собственных нужд преобразовательной установки (заряда конденсатора фильтра, питания вентиляторов и питания драйверов силовых транзисторных ключей).



В состав каждого блока БСПТ входят следующие функциональные силовые узлы (см. рис.4,5,6):

- отделитель (ОТД) U1, U2, транзисторный полумост INFINEON FF600R12IP (рис.6 поз.16);
- блок конденсаторов (фильтр) состоящий из 8 конденсаторов ELECTRONICON-PK16-900B-580мкФ(см. рис.6 поз.17), включенных параллельно с подключенными разрядными резисторами FRA100 20 кОм (см. рис.6 поз. 8);
- ограничитель напряжения (ОН) U3, транзисторный полумост INFINEON FF900R12 IP4 (см. рис.6 поз.13);
- импульсный регулятор напряжения якоря и обмотки возбуждения U4...U6, транзисторные полумосты INFINEON FF600R12 IP4 (см. рис. 6 поз.5,7,9);
- каждый транзисторный модуль управляется своим драйвером для полумостов;
- датчики тока последовательной обмотки и якоря LF505-S (см. рис.6 поз.3);
- датчик тока через тормозной резистор LF505-S (см. рис.поз.2);
- датчик входного тока LF505-S (см. рис. поз.1);
- вентиляторы обдува охладителя EBM 09576-2-4013.



Кроме того, в состав блока **БСПТ** входят следующие модули и платы:

- модуль микропроцессора (**МП**) (см. рис. 6 поз. 6);
- модуль обеспечения собственных нужд преобразовательной установки (заряда конденсатора фильтра, управления вентиляторами, механическими тормозами), измерения напряжения фильтра и контактной сети (**МСН**) (см. рис. 6 поз. 11);
- модуль питания **МП**, **МСН**, датчиков напряжения, тока, частоты вращения, драйверов силовых транзисторных ключей, а также управления **ЛК** (**МБП**) (см. рис. 6 поз. 9);
- печатная плата, обеспечивающая соединения модулей, подключения устройств внутри **БСПТ** и ввода/вывода сигналов схемы троллейбуса (**КРОСС**) (см. рис. 6 поз. 12);
- плата с установленными на ней резисторами С5-35В-15-82 Ом в количестве 7 штук, для пропитки сигнальных цепей от контроллера водителя КВП 22 (см. рис. 6 поз. 14).

Отделитель входного конденсаторного фильтра от **КС** и собственных нужд троллейбуса является входным защитным устройством блока **БСПТ** по току и представляет собой транзисторный ключ (см. рис. 6 поз. 16), охваченный обратным диодом. **ОГД** предназначен для предотвращения разряда конденсаторов в контактную сеть, при отсутствии напряжения в **КС**, при КЗ во входных цепях **БСПТ**.

При выключенном **ОГД** электрическое торможение становится чисто реостатным. **ОГД** выключается при напряжении на блоке конденсаторов (фильтре) ниже 450 В, а также при срабатывании в **ОГД** токовой защиты.



Вентиляторы обеспечивают тепловые режимы работы **БСПТ** во всех режимах работы тягового электропривода. Для защиты от перегревов на охладителе установлены три пороговых датчика с температурой срабатывания $75 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Температура отпускания датчиков $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Сигнал о перегреве поступает в **СУ** и на пульт.

Если на БИ мигает лампа **ТОК** – это означает что сработала токовая защита **БСПТ**

ВНИМАНИЕ! ПРИ МНОГОКРАТНОМ (НЕ БОЛЕЕ ДВУХ РАЗ ПОДРЯД) СРАБАТЫВАНИИ ЗАЩИТЫ ПОСЛЕДУЮЩИЕ ПОПЫТКИ ВКЛЮЧЕНИЯ НЕИСПРАВНОГО БСПТ ЗАПРЕЩЕНЫ.



Наименование неисправности и ее внешнее проявление.	Вероятная причина
1. Нет индикации «Контроль Питания» (<i>КП</i>) на пульте водителя	Не включен автоматический выключатель питания <i>БСПТ</i> Напряжение аккумуляторной батареи вышло из пределов 16...30В Неисправность в цепях источников питания в <i>БСПТ</i>
2. Не взводится <i>ЛК</i>	Неисправны цепи управления <i>ЛК</i> <i>нет сигнала на включение от схемы троллейбуса , управление и.т.п)</i> Нет заряда конденсаторов фильтра <i>БСПТ</i> (нет индикации <i>Uф</i> на пульте) Сработала защита <i>БСПТ</i> Неисправен ограничитель напряжения Неисправен <i>ЛК</i> Неисправны <i>МБП, МП</i>
3. Двукратное (подряд) срабатывание <i>QF</i>	Выход из строя одного из входных элементов силовой цепи (варистор, обратный диод, реактор).



4. Двукратное (подряд) срабатывание защиты в режиме тяги или тормоза.	Неисправен <i>БСПТ</i> , Разряжена аккумуляторная батарея
5. Срабатывает тепловая защита.	Не работают вентиляторы в <i>БСПТ</i> . Закрит воздушный канал <i>БСПТ</i> Неисправен <i>МСН</i>
6. Двукратное подряд срабатывание защиты о неисправности нагрузки	Ухудшение изоляции цепей питания двигателей относительно корпуса



Наименование неисправности и ее внешнее проявление.	Вероятная причина
7. Нет включения преобразователя.	Нет индикации контроль питания на пульте (неисправен БСПТ). Нет заряда конденсаторов фильтра БСПТ . Не выбрано направление движения. Неисправен контроллер водителя Блокируется пуск от схемы троллейбуса (открыты двери салона)
8. Троллейбус движется с ограниченной скоростью и не разгоняется, а при задании больших ходовых позиций двигается рывками.	Неисправен БСПТ Неисправен ТАД



- ✓ защита от превышения напряжения **КС** выше 720 В обеспечивается включением тормозного транзистора. *Внимание! При торможении, если отсутствуют потребители, напряжение на входе БСПТ может также увеличиваться, что может привести к включению тормозного транзистора, что не является аварийным режимом т.к. тормозное усилие останется неизменным;*
- ✓ защита в тормозном режиме от токов КЗ в *контактной сети* производится путем отделения **БСПТ** от *контактной сети* и собственных нужд троллейбуса. Данная защита необходима, потому, что при торможении двигатель работает в режиме генератора;
- ✓ защита от появления на **БСПТ** напряжения выше 850 В производится путем выдачи команды на разбор силовой схемы, (выключением **ЛК**), в тяговом и тормозном режиме;
- ✓ защита тормозных резисторов от длительного протекания максимального тока (работы с максимальным коэффициентом заполнения дольше 7 с) производится путем разбора силовой схемы троллейбуса выключением **ЛК** (в любом режиме);
- ✓ защита от неисправности нагрузки (межвитковое К.З. или замыкание на корпус троллейбуса неисправность двигателя), происходит путем выключения **БСПТ**;
- ✓ защита от импульсных перенапряжений на входе с энергией до 3000 Дж длительностью до 10 мс производится с помощью варисторов.



2.4.1.2 Восстановление сработавших защит, в зависимости от их вида, производится следующим образом:

- ✓ внутренняя защита **БСПТ** восстанавливается выключением комплекта (см. Включение и выключение органов управления) с последующим повторным включением через несколько секунд (не менее 2 с);
- ✓ токовые защиты и защита от неисправной нагрузки восстанавливаются нажатием клавиши **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ** при не нажатых педалях контроллера водителя;
- ✓ защиты от длительного протекания тока через тормозные резисторы и от напряжения выше 850 В, восстанавливаются нажатием кнопки **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ** при не нажатых педалях контроллера водителя с последующим сбором силовой схемы включением **ЛК**;
- ✓ Не подлежит восстановлению тепловая защита. Тепловая защита автоматически снимается после снижения температуры ниже установленного уровня;



При включении на троллейбусе необходимо иметь заряженную аккумуляторную батарею и исправный блок питания низковольтный (БПН), а также исправную систему механического торможения троллейбуса.

«Уф» загорается с выдержкой времени и сигнализируют об исправности входных транзисторов **БСПТ**, исправном зарядном устройстве находящимся на плате **МСН** и заряженном конденсаторном фильтре и о разрешении взвода **ЛК**.

Вентиляторы **БСПТ** работают в функции температуры на его охладителе, лампы могут засветиться и погаснуть независимо друг от друга. При подаче на **БСПТ** напряжения 24 В вентиляторы включаются на короткое время, а затем начинают работать при температуре на охладителе выше 35⁰С. По мере роста температуры интенсивность их работы возрастает.

2.5.1.3 Поднять токоприемники. Включить автоматический выключатель силовых цепей QF1. Указатель напряжения контактной сети покажет величину напряжения в контактной сети.

ВНИМАНИЕ: КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДЪЕМ ТОКОПРИЕМНИКОВ ПРИ ВЫКЛЮЧЕННОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕЕ.



При подъезде к блокировке стрелочного перевода необходимо клавишу «СТРЕЛКА» перевести в режим «СТРЕЛКА ПОД ТОКОМ» с таким расчетом, чтобы с момента нажатия на клавишу до конца прохождения блокировки прошло менее 7 секунд. После нажатия на клавишу «СТРЕЛКА», через тормозные резисторы будет пропущен импульсный ток с частотой $750\text{Гц} \pm 10\%$, обеспечивающий срабатывание стрелочного перевода, **ДАЖЕ** при движении выбегом или в тормозе. Время протекания импульсного тока ограничено 7...10 секундами. Повторное включение режима возможно **ТОЛЬКО** после истечения указанного времени. Если во время работы алгоритма кратковременно пропадет напряжение **КС** (проезд токороздела), то режим будет отменен и для повторного его включения, необходимо снова нажать на клавишу.



Технические данные

Входное напряжение контактной сети, В	550±250
Номинальный длительный выходной ток, (эфф.) А	280±5%
Кратность форсировки по току в течение 20 мин.	1,5
Уставка подключения тормозного резистора, В	800±50
Уставка отключения автоматического выключателя, В	1000±50
Диапазон изменения напряжение питания по цепи «+24В», В	13...36
Испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции между цепью «+550В» и корпусом ПТ, (эфф.) в течение 1 мин. В	3300
Испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции между цепью «+550В» и цепью «+24В» ПТ, (эфф.) в течение 1 мин. В	3300
Испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции между цепью «+24В» и корпусом ПТ, (эфф.) в течение 1 мин. В	3300
Сопротивление изоляции между цепью «+550В» и корпусом ПТ, не менее МОм	50
Сопротивление изоляции между цепью «+550В» и цепью «+24В» ПТ, не менее МОм	50
Сопротивление изоляции между цепью «+24В» и корпусом ПТ, не менее МОм	50

Тяговый привод двигателя ПТТ-200НЛ в составе:



ИРБИ-ПТ1-380-У2 Преобразователь тяговый предназначен для установки на базовый трамвай с тяговым двигателем постоянного тока. Отличительной особенностью преобразователя является полностью цифровое формирование алгоритмов управления, применение в качестве элементов развязки - витой пары, возможность внешнего программирования режимов работы. Имеет встроенные измерители для учёта потреблений

электроэнергии.

Блок индикации БИ-04-Р-НЛ показывает давление, электрические параметры, тяговое задание, скорость, график изменения скорости, потребление энергии и проводит диагностику системы в целом, объединяет всю необходимую информацию для водителя.



Контроллер водителя КВП-42НЛ преобразует механическое движение манипулятора водителя в управляющие сигналы для процессора, задает режим «Вперед/назад».





Автоматический выключатель [ВБА-250НЛ](#) разрывает тяговую цепь в случае возникновения аварийного режима работы тягового преобразователя, обеспечивает дистанционное включение от кнопки, выключение от кнопки или от устройства контроля изоляции, от процессорного блока.

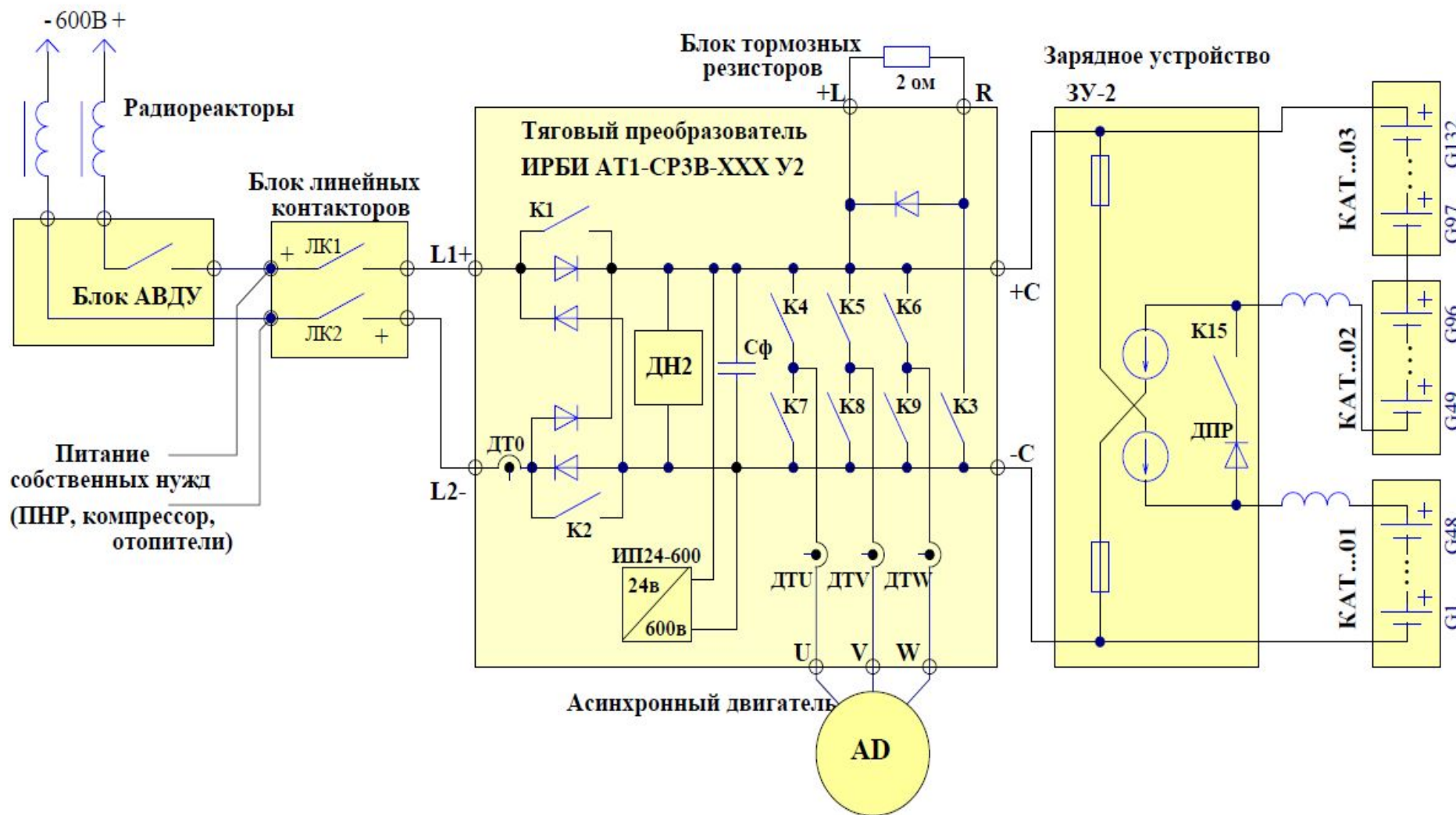


Преобразователь собственных нужд [ПНР-125-2НЛ](#) (Коммутационная коробка КРТЛ в комплекте) обеспечивает зарядку аккумуляторов от контактной сети и питание вспомогательного оборудования трамвая напряжением 28В.

Преобразователь напряжения [ПН24-600-Р-НЛ](#). При отсутствии напряжения в контактной сети позволяет запустить силовой привод от собственных аккумуляторов, при установке двух блоков обеспечивает движение трамвая автономным ходом до 100м.



[Датчик скорости](#) предназначен для измерения скорости и передачи данных на Блок индикации.





- Ведущий инженер ГУП ГЭТ
Виктор Чаусов
тел.: (812) 244-1820, доб. 1535
- Технические консультанты:
Чупеев А.И., электронщик ОСП
ТБ1
Тарасов А., электронщик ОСП
СТТД