

ИСТОЧНИКИ БОРТОВОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

ТИПА ИПП-10, ИПП-6, ИПП-6.5

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЦКГЛ.435351.001 ТО

Москва

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящее техническое описание предназначено для изучения обслуживающим персоналом устройства, принципа действия, технических данных и характеристик, необходимых для правильной эксплуатации источников бортового электропитания ИПП-10, ИПП-6, ИПП-6.5, (Источник Питания Программируемый, далее «источник»).

1.2 При изучении источника следует руководствоваться также:

- схемой электрической принципиальной источника бортового электропитания

Таблица 1.1

• ИПП-10	• ЦКГЛ.345671.001 ЭЗ
• ИПП-6	• ЦКГЛ.345671.002 ЭЗ
• ИПП-6.5	• ЦКГЛ.345671.008 ЭЗ

2 НАЗНАЧЕНИЕ

2.1 Источник предназначен для преобразования напряжения контактной сети постоянного тока 750В в постоянное стабилизированное напряжение 80В и применяется для обеспечения питанием потребителей бортовой сети электроснабжения головных и промежуточных вагонов метрополитена типа 740.1/741.1; 740.2/741.2; 714.5/717.5; 714.6/717.6; 714.6к/717.6к и подзарядки аккумуляторных батарей.

2.2 Источник предназначен для эксплуатации:

- в части воздействия климатических факторов внешней среды по группе исполнения «У» категории 2 ГОСТ 15150-69;
- в части воздействия механических факторов внешней среды по группе М25 ГОСТ 17516.1-90;
- в части воздействия окружающей среды и соприкосновения с токоведущими частями по группе IP54 ГОСТ 14254-96.

3 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные параметры источников приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№	Наименование параметра	Норма
1.	Мощность выходная номинальная, кВт	10; 6*
2.	Входное напряжение постоянного тока с учетом падения напряжения на демпферном резисторе, В	750 +225; -200
3.	Выходное напряжение постоянного тока (В) в интервале изменения входного напряжения от 550 до 975В при входном напряжении (750±10)В и токе нагрузки (125±5)А; (75±2,5)А*	80±2 80±0,8
4.	Пульсация выходного напряжения, %, не более	3
5.	Уставка автоматического ограничения выходного тока, А	125+5; 75+5*
6.	Допустимое однократное перенапряжение на входе продолжительностью до 10мс, кВ, не более	3
7.	Рабочая частота инвертора, кГц	≥15
8.	Коэффициент полезного действия при входном напряжении (750±10)В на входных клеммах источника и номинальной мощности, %, не менее	93
9.	Средний уровень звука, дБА, не более	35
10.	Охлаждение	воздушное, естественное
11.	Режим работы	продолжит.
12.	Масса, кг	120; 100*
13.	Размеры (ширина x высота x глубина), мм	790x690x360

*Значения для источника ИПП-6 и ИПП-6.5

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						3
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1 Устройство источника.

Источник бортового электропитания ИПП является статическим преобразователем, преобразующим напряжение контактной сети постоянного тока 750В в постоянное стабилизированное напряжение 80В. В источнике применяется промежуточное инвертирование входного напряжения в переменное (с частотой не менее 15кГц), с последующей передачей переменного напряжения через высокочастотные трансформаторы, после чего осуществляется выпрямление и сглаживание. Подключение источника к контактной сети должно осуществляться через демпферный резистор сопротивлением 3.9 Ом.

Источник содержит (см. таблицу 1.1):

- два последовательно включенных мостовых инвертора;
- два силовых трансформатора;
- два модуля силовых выпрямителей;
- три датчика напряжения (два входных и один выходной);
- два датчика выходного тока (один из которых выдает сигнал о величине тока для учета потребляемой вагоном мощности на разъём X1);
- датчик температуры;
- промежуточную плату подачи питания на цепи управления мостовых инверторов;
- транзисторные ключи для включения освещения, контактора БК и подогрева источника;
- две платы источников питания собственных нужд;
- плату микроконтроллера;
- фильтр радиопомех.

В Приложении №2 дан эскиз размещения основных компонентов и схема подключения внешних цепей источника.

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Подключение напряжения контактной сети осуществляется на клеммы ХТ1:
+750В – ХТ1.1 («+750В»);
–750В – ХТ1.2 («–750В»).

Выходное силовое напряжение снимается с клемм ХТ3:
+80В – ХТ3.1 («+80В»);
–80В – ХТ3.2 («–80В»);
+80В для питания цепей освещения – ХТ3.3 («+80В Осв.»).

Внешние сигналы управления источником поступают на разъем ХЗ:
ХЗ.1 – «0В (БС)» провод соединен внутри источника с «–80В» бортовой сети;
ХЗ.2 – «Вкл. ИПП» – входной сигнал управления команды на включение источника (уровнем 80В);
ХЗ.3 – «Вкл. БК» – выходной сигнал управления на включение внешнего контактора (подаётся на катушку контактора «БК» уровнем 80В), подключающего источник к контактной сети 750В;
ХЗ.4 – «Вкл. Осв.» – входной сигнал управления команды на включение освещения (уровнем 80В);
ХЗ.5 – «Неиспр. ИПП» – выходной сигнал о неисправности источника (замыканием на «0В (БС)» с предельно допустимым током 0.7 А);
ХЗ.6, ХЗ.7 – «+80В» – напряжение для питания плат источников питания собственных нужд ИПП.

Разъем Х1 служит для питания встроенного в ИПП датчика тока напряжением $\pm 15\text{В}$ и выдачи на Х1.3 сигнала, пропорционального выходному току с коэффициентом передачи 0,047В/А.

Фильтр С1-Л1 служит для подавления высокочастотных помех. Электролитические конденсаторы С2 – С13 (С2 – С7^{*}) совместно с балластным резистором 3.9 Ом, установленным вне источника, осуществляют сглаживание колебаний напряжения контактной сети. Для защиты от перенапряжений служат ограничители перенапряжений Ru1 – Ru5. Обозначения с индексом ^(*) относятся к источнику ИПП-6.

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Инвертор источника состоит из двух транзисторных мостов А9, А14 и А10, А15, включенных последовательно относительно питающего напряжения и связанных для деления напряжения со средней точкой батареи конденсаторов.

Транзисторные модули мостов являются интеллектуальными устройствами со встроенной в каждый из них схемой защиты по току, перегреву и пониженному напряжению питания цепей управления. Каждый из модулей снабжен соответствующей платой управления (А7, А8, А12, А13), с помощью которых осуществляется гальваническая развязка по цепям управления и контроля аварийного состояния. Конденсаторы С14 – С17 служат для ограничения коммутационных перенапряжений. Применен специальный алгоритм управления ключами, минимизирующий высокочастотные колебания напряжения в нагрузке и электромагнитное излучение.

Нагрузкой каждого из инверторов является первичная обмотка соответствующего силового трансформатора TV1 или TV2, включенного в диагональ транзисторного моста. Напряжение, снимаемое с вторичных обмоток трансформаторов, выпрямляется диодными модулями А16, А17.

Выпрямленное напряжение вторичных обмоток трансформаторов сглаживается LC-фильтром, реализованном на дросселях L2, L3, конденсаторе С23.

В состав источника входят три датчика напряжения, два из которых (А2, А3) позволяют контролировать входное напряжение и его распределение между мостами инвертора, а третий (А21) контролировать выходное напряжение.

Для контроля выходного тока служит датчик тока (А19), для выдачи информации о величине выходного тока ввне – датчик тока А20.

Для контроля температуры охладителя используется датчик температуры А1.

Сигналы датчиков А1, А2, А3, А19, А21 поступают на плату микропроцессорного контроллера А6. Микропроцессорный контроллер реализует алгоритм управления инвертором, управляет подогревом модулей (А22, VT1) или ограничением нагрузки при их перегреве, включением контактора «БК» (А23, VT2), включением освещения (А24, VT3), подачей питания на платы управления ключей инвертора

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

(A25), осуществляет прием и обработку сигналов срабатывания защит транзисторных ключей (A9, A10, A14, A15, VT1, VT2, VT3) через плату сопряжения A4 и обмен сигналами с внешними цепями управления через плату согласования A18.

Источник питания собственных нужд состоит из двух плат питания (A5 и A11), преобразующих напряжение аккумуляторной батареи диапазона от 37В до 91В в напряжения требуемого уровня.

Информация о штатных и аварийных состояниях источника бортового электропитания ИПП выводится на светодиоды, расположенные на плате A4. Таблица индицируемых состояний и сигналов приведена в Приложении №1. Имеется диагностическая индикация состояния основных узлов схемы – транзисторных модулей (светодиоды на платах A7, A8, A12, A13), источников питания собственных нужд (светодиоды на платах A5, A11), транзисторных ключей VT1, VT2, VT3 (светодиоды на плате A4).

4.2 Работа источника.

При появлении напряжения не ниже 37В на контакте «6» разъема X3 включаются источники питания собственных нужд. При этом на платах A5 и A11 включаются светодиоды, свидетельствующие о включенном состоянии этих плат. Все внутренние платы-потребители источника получают питание, кроме плат драйверов (A7, A8, A12, A13). Микропроцессорный контроллер переходит в режим «Инициализация» и выставляет сигнал «Неиспр. ИПП».

В режиме «Инициализация» контроллер проверяет работоспособность внутренних датчиков (см. Приложение №1) и дополнительные условия работоспособности ИПП в целом, не отображаемые индикацией. Если тестирование сигналов свидетельствует о нормальном состоянии тестируемых устройств и температура радиатора охлаждения в норме, то контроллер переводит источник в режим «Работа». При этом подается питание на A7, A8, A12, A13.

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						7
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

При температуре радиатора ниже -40°C блок неработоспособен и не включается, при температуре в диапазоне от -18°C до -40°C источник переходит в режим «Подогрев».

При обнаружении неисправности контроллер подает сигнал «Неиспр. ИПП», одновременно с этим на плате индикации А4 мигает светодиод HL7. Выход из этого режима («Авария при Инициализации») контроллером не выполняется, поэтому необходимо выполнить сброс цифровой системы управления отключением питания.

Определение датчика, по которому контроллер не может пройти инициализацию, выполняется следующим образом (используются светодиоды HL5÷HL1). Например, не светится только светодиод HL4, а остальные светятся. Это означает, что система не может инициализировать датчик напряжения А3. Общее правило – инициализация датчиков выполняется последовательно, один за другим, согласно Приложению №1.

В режиме «Подогрев» по команде от контроллера замыкается ключ VT1 через плату А22 и начинается локальный подогрев охладителя в непосредственной близости от транзисторных модулей. Если во время подогрева приходит команда «Вкл. ИПП», то выполнение ее задерживается до момента достижения температуры -18°C . После достижения температуры охладителя уровня -18°C или выше, контроллер подаёт питание через А25 на модули А7, А8, А12, А13 и переводит источник в режим «Работа». Возможен переход в режим «Авария» при обнаружении аппаратной защиты транзисторных ключей.

В режиме «Работа» контроллер формирует команду «Вкл. БК», по которой получает питание катушка внешнего контактора, подключенная к контакту «3» разъема Х3. Контактор своим замыкающим контактом замыкает цепь «+750В», и на контакте «1» разъема ХТ1 появляется напряжение контактной сети, заряжаются конденсаторы входного фильтра. Только в этом режиме снимается сигнал «Неиспр. ИПП».

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Входное напряжение и его распределение между мостами инвертора контролируется входными датчиками напряжения, после чего контроллер начинает плавно в течение 2,5 секунд увеличивать длительность импульсов управления на транзисторных модулях инвертора. На выходе источника появляется плавно нарастающее напряжение. После превышения выходным напряжением напряжения аккумуляторной батареи источник начинает подзарядку этой батареи либо со стабилизацией напряжения на уровне 80В, либо со стабилизацией тока на уровне 125А (75А*).

Если в процессе работы источника входное напряжение выходит из диапазона $550\text{В} < U_{\text{вх}} < 975\text{В}$, контроллер снимает импульсы управления с транзисторных модулей инвертора. После того, как входное напряжение возвращается в указанный диапазон, импульсы управления плавно восстанавливаются.

При превышении температуры охладителя уровня $+70^{\circ}\text{C}$ контроллер изменяет уставку токоограничения до величины 90А (52,5А*). Если температура охладителя достигает величины $+80^{\circ}\text{C}$, контроллер снимает импульсы управления с транзисторных модулей инвертора. После остывания охладителя до температуры ниже $+80^{\circ}\text{C}$ управление плавно восстанавливает напряжение на выходе с ограничением тока до уровня 90А (52,5А*). После охлаждения охладителя до уровня ниже $+70^{\circ}\text{C}$ уставка токоограничения увеличивается до 125А (75А*).

После подачи внешней команды «Вкл. Осв.» на контакт «4» разъема Х3 источника питания контроллер включает ключ VT3 через плату А24. На контакте «3» разъема ХТ3 «+80В Осв.» появляется выходное напряжение источника.

Если при включенном освещении входное напряжение находится ниже уровня 550В в течение более 20с, контроллер выключает ключ VT3 и снимает напряжение с цепей освещения.

При снятии сигнала «Вкл. ИПП» источник переходит в режим «Стоп», при этом снимается сигнал управления «Вкл. БК» и выполняется разряд входных емкостей С2 – С13 (С2 – С7*).

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Источник переходит в режим «Авария» из режима «Работа» в следующих случаях (в этом режиме восстанавливается сигнал «Неиспр. ИПП»):

- при перекосе напряжения на мостах инвертора более 12,5% от среднего значения ($U_{ср} = U_{вх} / 2$);

*Значения для источника ИПП-6.

- при превышении выходным током заданной уставки (140А; 100А*);
- при срабатывании аппаратной защиты любого транзисторного модуля или ключа;
- при снижении температуры охладителя ниже уровня $-18^{\circ}C$ (включается подогрев, если он работоспособен).

Все перечисленные выше режимы «Инициализация», «Подогрев», «Работа», «Авария» индицируются на плате А4 комбинацией светодиодов HL7 и HL8 (см. Приложение №1), а состояние переменных (тока, напряжений, температуры) и устройств («Включен контактор БК», «Сработала аппаратная защита силовых ключей» и т.д.) индицируется светодиодами HL1–HL6.

В источнике производится автоматическое повторное включение после срабатывания любой из защит с выдержкой паузы на включение 5 секунд. В случае четырехкратного срабатывания подряд аварийной защиты одного типа в течение 5 минут, повторное включение возможно только при участии обслуживающего персонала, выполняющего действия по сбросу счётчика однотипных аварий. Сбросом счётчика срабатывания однотипных защит является отключение питания цепей управления ИПП или «снятие–и–подача» команды «Вкл. ИПП» (первый вариант следует выполнять только в случаях крайней необходимости).

*Значения для источника ИПП-6.

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						10
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5 РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

5.1 Установка источника на вагоне должна осуществляться за уголки подвески. Крепление источника осуществляется четырьмя болтами М12х40.

5.2 Для подключения внешних силовых проводов необходимо открыть крышку источника и пропустить силовые провода входного и выходного напряжения через соответствующие гермовводы.

5.3 Подсоединение провести следующим образом:

- «+750В» входного напряжения – к контакту ХТ1.1;
- «-750В» входного напряжения – к контакту ХТ1.2;
- «+80В» выходного напряжения – к контакту ХТ3.1;
- «-80В» выходного напряжения – к контакту ХТ3.2;
- «+80В Осв.» выходного напряжения – к контакту ХТ3.3.

Крышку источника закрыть.

5.4. Подключить разъемы Х1 и Х3 источника к соответствующим кабельным частям.

6 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

При осмотре источника открыть крышку. В остальном следует руководствоваться общими правилами, предусмотренными ПТЭ, ПТБ, ПУЭ и «Правилами техники эксплуатации метрополитена».

7 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Перед началом эксплуатации источника на вагоне необходимо:

- убедиться в правильности внешнего монтажа;
- проверить резьбовые соединения крепления источника;
- убедиться в исправности источника, для чего:

– подать напряжение «+80В» на разъемы Х3 и ХТ3;

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- убедиться, что включились светодиоды плат питания А5, А11;
- источник ИПП прошёл режимы «Инициализация» и «Подогрев», если это необходимо;
- включились и погасли светодиоды плат А7, А8, А12, А13;
- подать команду «Вкл. ИПП»;
- убедиться, что источник перешел в режим «Работа»;
- убедиться в наличии подзарядки аккумуляторной батареи по амперметру вагона.

8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

8.1 Проверки источника осуществляются в периоды технического обслуживания вагонов ТО-3. При этом проверяются:

- отсутствие механических повреждений источника;
- надежность его крепления;
- работоспособность источника (см. раздел 7).

8.2 Обслуживание источника производится при выполнении текущих ремонтов вагонов в объеме ТР-1, ТР-2, ТР-3

. При ТР-1 необходимо проделать следующие работы:

- произвести визуальный контроль состояния элементов источника на предмет отсутствия подгорания резисторов, повреждения и подгорания изоляции силовых трансформаторов и дросселей;
- проверить работоспособность источника (см. раздел 7), измерив при этом выходное напряжение на клеммах ХТ3.1 и ХТ3.2. Его величина должна находиться в пределах 78В – 82В.

При ТР-2 необходимо проделать следующие работы:

- произвести визуальный контроль состояния элементов источника на предмет отсутствия подгорания резисторов, повреждения и подгорания изоляции силовых трансформаторов и дросселей;

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						12
Изм	Лист	N докум.	Подп.	Дата		

- Произвести очистку внутренних элементов источника от различных загрязнений.
- Проверить степень затяжки винтов крепления токоведущих частей и элементов конструкции источника.
- Произвести смену разделительных конденсаторов (С25,С26)
- Произвести замену программного обеспечения на более современное.
- Произвести модернизацию входящих плат, (необходимость модернизации возникает при систематических отказах).

ТР-3 необходимо проделывать на заводе изготовителе.

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						13
Изм	Лист	N докум.	Подп.	Дата		

9 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятные причины	Способы устранения
При подаче на контакты 6, 7 разъема Х3 напряжения более 37В не светятся светодиоды плат питания А5 и А11.	Выход из строя платы питания.	Заменить плату.
При включении источника на вагоне сгорают предохранитель в цепи питания источника «+750В».	Неправильная полярность подачи питания. Пробой транзисторного модуля.	Подать питание нужной полярности. Зарегистрировать неисправность и
При включении источника на вагоне загорается светодиод «I _{max} »	Пробой диодного модуля.	комбинацию светодиодов платы А4 и
При включении источника после подачи команды «Вкл. ИПП» возникает один из аварийных режимов (см. Приложение №1).	Одна из аварий, определяемая платой контроллера.	передать источник в ремонт сервисной организации.
Источник: – не проходит «Инициализацию» по датчикам входного напряжения; – показывает пониженное напряжение в режиме «Работа» при «Вкл.ИПП» и наличии высокого напряжения.	Нет высокого напряжения. Неисправен входной контактор «БК».	Заменить предохранитель. Устранить неисправность «БК».

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						14
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

В связи с тем, что источник бортового электропитания ИПП является сложным устройством с микропроцессорным управлением, все неисправности должны устраняться квалифицированным персоналом предприятия-изготовителя или уполномоченного предприятием-изготовителем сервисного предприятия, осуществляющего гарантийное или сервисное обслуживание источников.

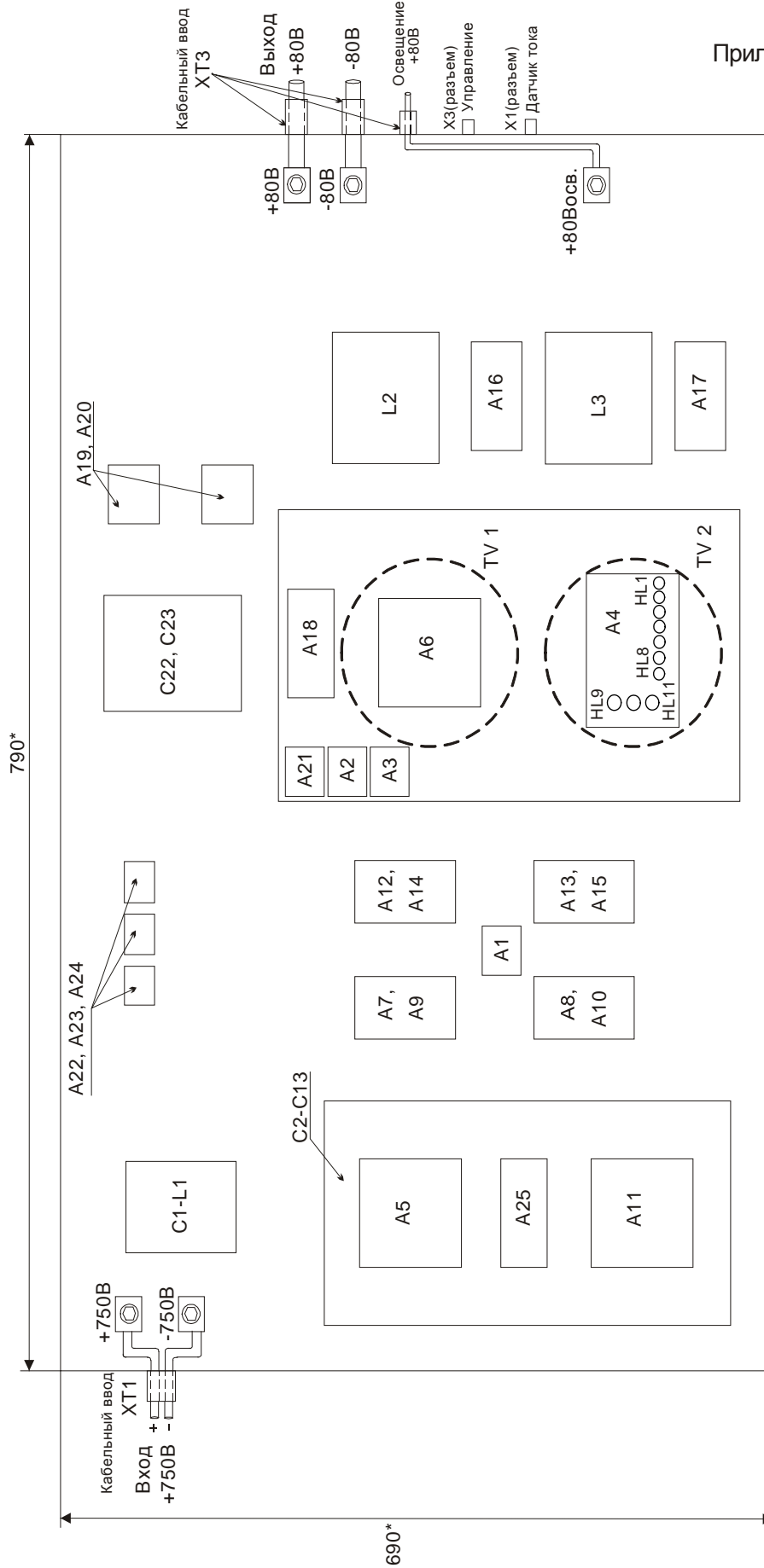
					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						15
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Светодиодная индикация

Режим «Инициализация»		
HL8	•	«Инициализация»
HL7	◦	«Инициализация» (мигающий – «Авария при Инициализации»)
HL6	◦	не используется
HL5	•	$U1 < 275В$ ($U1$ измеряется датчиком А2)
HL4	•	$U2 < 275В$ ($U2$ измеряется датчиком А3)
HL3	•	$U_{вых} < 85В$ ($U_{вых}$ измеряется датчиком А21)
HL2	•	$I < 5А$ (I измеряется датчиком А19)
HL1	•	$Т^{\circ}С < 80^{\circ}С$ ($Т^{\circ}С$ измеряется датчиком А1)
Режим «Подогрев»		
HL8	◦	«Подогрев»
HL7	◦	«Подогрев»
HL6	•	$Т^{\circ}С > -18^{\circ}С$ (мигающий – при подогреве)
HL5	◦	Все мигают при $Т^{\circ}С < -45^{\circ}С$ или обрыве датчика температуры
HL4	◦	
HL3	◦	
HL2	◦	
HL1	◦	
Режим «Работа»		
HL8	◦	«Работа» (мигающий – режим ограничения $U_{вых}$)
HL7	•	«Работа» (мигающий – при снятии сигнала "Вкл. ИПП", режим "СТОП")
HL6	•	$Т^{\circ}С > 80^{\circ}С$
HL5	•	«Включение контактора "БК"»
HL4	•	«Включение освещения»
HL3	•	$U_{вх} > 975В$ (одновременно с HL1 - при напряжении $>750В$)
HL2	•	$U_{вх} < 550В$
HL1	•	$Т^{\circ}С > 70^{\circ}С$, уменьшение уставки тока до 70% (90А; 52,5А [*])
Режим «Авария»		
HL8	•	«Авария»
HL7	•	«Авария»
HL6	◦	не используется
HL5	◦	не используется
HL4	•	$I > 140А$ (100А [*]) срабатывание максимально-токовой защиты
HL3	•	$Т^{\circ}С < -18^{\circ}С$ (переходит в режим подогрев)
HL2	•	Срабатывание аппаратной защиты силовых ключей
HL1	•	Перекас входных напряжений $[U1-U2]/U_{ср} > 12,5\%$
Дополнительно		
HL9	•	Авария дополнительного ключа контактора "БК"
HL10	•	Авария дополнительного ключа "Освещения"
HL11	•	Авария дополнительного ключа "Подогрева"

*Значения для источника ИПП-6.

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						16
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Эскиз размещения основных компонентов и схема подключения внешних цепей в источниках ИПП-6 и ИПП-10

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ докум-та	Входящ. № сопров. докум-та	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

					ЦКГЛ.435351.001 ТО	Лист
						18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		