

ОКПД 27.11.50.120

**Блок питания источника ионов с замкнутым дрейфом  
электронов  
IPS-3-P-I-U-V**

Руководство по эксплуатации

08.00.000.00 РЭ

**2023 г.**

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, технических характеристиках и указания, необходимые для монтажа, эксплуатации и технического обслуживания блока питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов IPS-3-P-I-U-V.

Обозначение блока питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов:

**IPS-3-P-I-U-V 08.00.000.00**

где:

**IPS** — блока питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов;

**3** — высота блока 3U;

**P** — максимальная выходная мощность канала анодного напряжения ( $P_{Amax}$ ), кВт;

**I** — максимальное значение выходного тока анодного канала ( $I_{Amax}$ ), А;

**U** — максимальное значение напряжения анодного канала ( $U_{Amax}$ ), В;

**V** — модификация блока по набору функций.

Диапазон возможных значений:

A — полная комплектация,

B — без канала питания смещения (соленоида),

C — без канала питания смещения (соленоида) и канала управления РРГ;

Значения Н, Р, I, U, V указаны в паспорте на блок питания.

## Оглавление

1. Назначение .....	4
2. Технические характеристики .....	5
3. Состав изделия .....	8
4. Устройство и работа изделия .....	9
5. Маркировка .....	12
6. Использование по назначению .....	13
7. Хранение .....	27
8. Транспортирование.....	28
9. Гарантии изготовителя.....	28
Приложение А. Внешний вид блока питания со стороны лицевой панели .....	29
Приложение Б. Внешний вид блока питания со стороны задней панели .....	30
Приложение В. Структурная схема блока питания IPS-3-P-I-U-V.....	31
Приложение Г. Схема электрическая подключения блока питания при эксплуатации .....	32
Приложение Д. Варианты схем подключения дистанционного включения блока питания .....	36
Приложение Е. Рекомендации по подключению интерфейса RS-485.....	39
Приложение Ж. Описание регистров устройства.....	41
Приложение З. Постраничный список отображаемых параметров блока питания .....	61
Приложение И. Сообщения в строке состояния.....	62
Приложение К. Перечень возможных отказов и рекомендации по устранению .	65

## **1. Назначение**

1. Блок питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов IPS-3-P-I-U-V (в дальнейшем блок питания) предназначен для питания технологического оборудования.
2. Блок питания предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от 10 °C до 35 °C и относительной влажности до 80%.
3. Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой блока питания от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов или воды по ГОСТ 14254-96 соответствует исполнению **IP20**.
4. Изготовитель: ООО «ИПС Томск», г. Томск, [www.ips.tomsk.ru](http://www.ips.tomsk.ru),  
email: [ips-tomsk@mail.ru](mailto:ips-tomsk@mail.ru).

## 2. Технические характеристики

1. Количество каналов выходного напряжения — указано в паспорте.
2. Управление каналами независимое.
3. Выходное напряжение анодного канала постоянное положительное.

3.1. Параметры выходного напряжения анодного канала:

- выходное напряжение регулируемое;
- диапазон регулирования выходного напряжения ( $U_{Amin} - U_{Amax}$ ) В;<sup>1</sup>
- дискретность регулирования напряжения указана в паспорте;
- выходной ток регулируемый;
- диапазон регулирования среднего выходного тока ( $I_{Amin} - I_{Amax}$ ) А;<sup>1</sup>
- дискретность регулирования тока указана в паспорте;
- выходная мощность регулируемая;
- диапазон регулирования мощности ( $P_{Amin} - P_{Amax}$ ) кВт;
- дискретность регулирования мощности указана в паспорте;
- регулируемое время нарастания выходных параметров;
- диапазон регулирования (0,1 – 200,0) сек;
- дискретность регулирования 0,1 сек;
- регулируемое время задержки включения канала;
- диапазон регулирования (0,1 – 200,0) сек;
- дискретность регулирования 0,1 сек.

3.2. В зависимости от свойств нагрузки канал работает в режиме стабилизации тока, либо напряжения, либо мощности.

3.3. Точность стабилизации заданных выходных параметров 2%.

4. Выходное напряжение накального канала переменное:

4.1. Параметры выходного напряжения канала:

- выходное напряжение регулируемое;
- частота выходного напряжения 22 кГц;
- диапазон регулирования напряжения ( $U_{Hmin} - U_{Hmax}$ ) В;<sup>2</sup>
- дискретность регулирования напряжения указана в паспорте;
- выходной ток регулируемый;
- диапазон регулирования тока ( $I_{Hmin} - I_{Hmax}$ ) А;<sup>2</sup>
- дискретность регулирования тока указана в паспорте;
- выходная мощность регулируемая;

---

<sup>1</sup>

При условии выходной мощности не менее 0,1 кВт. Значения  $U_{Amin}$ ,  $U_{Amax}$ ,  $I_{Amin}$ ,  $I_{Amax}$  указаны в паспорте.

<sup>2</sup>

При условии выходной мощности не менее 50 Вт. Значения  $U_{Hmin}$ ,  $U_{Hmax}$ ,  $I_{Hmin}$ ,  $I_{Hmax}$  указаны в паспорте.

- диапазон и дискретность регулирования мощности указаны в паспорте;
  - регулируемое время нарастания выходных параметров;
  - диапазон регулирования (0,1 – 200,0) сек;
  - дискретность регулирования 0,1 сек;
  - диапазон регулирования отношения тока эмиссии к току анода 0,5 – 2.
- 4.2. В зависимости от свойств нагрузки канал работает в режиме стабилизации тока, либо напряжения, либо мощности.
- 4.3. Точность стабилизации заданных выходных параметров 2%.
- 4.4. Сопротивление подключенной нагрузки контролируется при включенном выходном напряжении канала.
- 4.5. Выход канала позволяет подключение двух независимых нагрузок.  
Выходное напряжение канала подается только на одну из них, выбранную пользователем. Выбор нагрузки возможен только при отключенном выходном напряжении накального канала.
- 4.6. Счетчик времени работы накального канала позволяет измерение общего времени работы накального канала с возможностью обнуления счетчика.
5. Выходное напряжение канала соленоида/смещения постоянное:
- 5.1. Параметры выходного напряжения канала:
- выходное напряжение постоянное регулируемое;
  - диапазон регулирования напряжения ( $U_{Cmin} - U_{Cmax}$ ) В;<sup>3</sup>
  - дискретность регулирования напряжения указана в паспорте;
  - выходной ток регулируемый;
  - диапазон регулирования тока ( $I_{Cmin} - I_{Cmax}$ ) А;<sup>3</sup>
  - дискретность регулирования тока указана в паспорте.
- 5.2. В зависимости от свойств нагрузки канал работает в режиме стабилизации тока, либо напряжения.
- 5.3. Точность стабилизации заданных выходных параметров 2%.
6. Блок питания обеспечивает индикацию на передней панели:
- 6.1. Включения питания.
- 6.2. Включения выходного напряжения.
- 6.3. Нагрева блока питания до температуры близкой к критической (температуры отключения по перегреву).
- 6.4. Аварийного отключения блока питания.
- 6.5. Режима редактирования параметра.
7. Блок питания обеспечивает индикацию на дисплее:
- 7.1. Состояния блока питания.
- 7.2. Режимов работы каналов.
- 7.3. Наименования и значения выбранных параметров.

<sup>3</sup>Значения  $U_{Cmin}$ ,  $U_{Cmax}$ ,  $I_{Cmin}$ ,  $I_{Cmax}$  указаны в паспорте.

8. Органы управления на лицевой панели блока питания обеспечивают:
  - 8.1. Выбор набора отображаемых параметров.
  - 8.2. Выбор редактируемого (программируемого) параметра.
  - 8.3. Изменение значения программируемого параметра.
  - 8.4. Включение выходного напряжения.
  - 8.5. Отключение выходного напряжения.
  - 8.6. Сброс срабатывания защиты после устранения причины срабатывания.
9. Блок питания обеспечивает звуковое оповещение:
  - нагрева блока питания до температуры близкой к критической (температуры отключения по перегреву),
  - отключения блока питания по превышению величины сопротивлением нагрузки накального канала заданного значения,
10. Отображение информации на дисплее осуществляется на русском или английском языках с возможностью выбора языка.
11. Блок питания позволяет дистанционное включение/отключение выходного напряжения путём подачи/отключения постоянного тока (5 – 10) мА на вход дистанционного управления.
12. В блоке питания предусмотрено разрешение/запрет включения выходного напряжения путём подачи/отключения постоянного тока (5 – 10) мА на вход блокировки.
13. Блок питания осуществляет контроль состояния заземления нагрузки анодного и накального каналов с отключением выходного напряжения при нарушении заземления (при условии надежного заземления блока питания).
14. Блок питания позволяет дистанционное управление четырьмя регуляторами расхода газа РРГ-12 с возможностью стабилизации выходного тока либо напряжения анодного канала путем регулирования расхода газа одним из РРГ.
15. Блок питания позволяет стабилизировать отношение тока эмиссии к току анода.
16. Блок питания позволяет подключение выносного измерителя потенциала плазмы с возможностью стабилизации потенциала плазмы путем регулирования тока накала.  
**ВНИМАНИЕ!** Выносной измеритель потенциала плазмы поставляется отдельно.
17. В блоке питания реализована возможность хранения набора программируемых параметров в виде десяти таблиц для десяти различных технологических процессов с возможностью выбора одного из наборов. Смена набора параметров возможна только при отключенных выходных напряжениях блока питания.
18. Блок питания позволяет дистанционное управление параметрами,

указанными в п.п. 8.1 – 8.6 по последовательному интерфейсу RS-232 или через интерфейс RS-485. Выбор интерфейса может либо осуществляться автоматически при приеме пакета по соответствующему интерфейсу, либо задается с клавиатуры. Скорость приема/передачи 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 выбирается автоматически, либо задается с клавиатуры.

19. Питание блока питания от трехфазной трехпроводной сети переменного тока:
  - Частота (45 – 65) Гц,
  - Линейное напряжение  $380^{+10\%}_{-15\%}$  В,
  - Максимальная потребляемая мощность, не более — значение параметра указано в паспорте.

Под линейным напряжением подразумевается напряжение между любыми двумя фазными проводами.

20. Время технической готовности блока питания к работе, не более 10 сек.
21. Блок питания рассчитан на круглосуточную непрерывную работу.
22. Охлаждение блока питания принудительное воздушное.
23. Габаритные размеры блока питания без кабелей (Ш×Г×В) — значение параметра указано в паспорте.
24. Масса блока питания не более — значение параметра указано в паспорте.

### **3. Состав изделия**

1. В состав изделия входит:

<b>Обозначение</b>	<b>Наименование</b>	<b>Кол.</b>
08.00.000.00	Блок питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов IPS-3-P-I-U-V	1
08.00.000.00 РЭ	Руководство по эксплуатации	1
08.00.000.00 ПС	Паспорт	1
	Разъём сетевого кабеля ШР20ПЗНШ7Н-М Розетка кабельная	1

## 4. Устройство и работа изделия

1. Блок питания выполнен встраиваемым в 19" стойку, высота блока 3U.  
На лицевой панели (приложение Приложение А) расположены дисплей, кнопки управления, светодиоды индикации, автоматический выключатель. На задней панели (приложение Приложение Б) расположены разъём подключения управления блоком питания по последовательному порту, разъём дистанционного управления блоком питания, разъем для подключения регуляторов расхода газа, клеммы подключения выходных напряжений, клемма подключения заземления, входной силовой разъём.
2. Блок питания представляет собой источник тока с регулируемым ограничением тока, напряжения и мощности. Блок состоит из следующих основных узлов (структурная схема блока питания приведена в приложении Приложение В):
  - 2.1. Блок индикации — служит для световой индикации, звукового оповещения, отображения состояния блока питания, режимов работы каналов, наименования и значения выбранных параметров;
  - 2.2. Блок управления — управляет всей работой блока питания, а именно:
    - циклически проверяет состояние органов управления;
    - обрабатывает сигналы управления по последовательному порту;
    - формирует сигналы управления преобразователями в соответствии с заданными выходными параметрами и сигналу от обратной связи;
    - измеряет текущее значение контролируемых параметров;
    - выводит информацию на дисплей;
    - управляет световыми индикаторами и звуковым оповещателем.
    - управляет регуляторами расхода газа.
  - 2.3. Преобразователи — формируют высокочастотное переменное напряжение;
  - 2.4. Выпрямители — формируют из переменного напряжение однополярное импульсное;
  - 2.5. Фильтры — сглаживают импульсное напряжение до постоянного;
  - 2.6. Обратные связи — обеспечивают соответствие выходных параметров заданным уставкам;
3. Работа блока питания:
  - 3.1. Световые индикаторы и звуковой оповещатель служат для отображения режимов работы блока питания:
    - 3.1.1. Включения питания:
      - Питание включено — на дисплее отображается информация.
      - Питание отключено — дисплей погашен.

**3.1.2. Включения выходного напряжения:**

- Выходное напряжение включено — светодиод «START» светится.
- Выходное напряжение отключено — светодиод «START» погашен.

**3.1.3. Нагрева блока питания до температуры близкой к критической (температуры отключения по перегреву):**

- Температура блока питания близка к критической — светодиод «STOP» мигает, звуковой оповещатель включен в прерывистом режиме.
- Температура в норме — светодиод «STOP» погашен, звуковой оповещатель отключен.

**3.1.4. Аварийного отключения блока питания:**

- Произошло аварийное отключение — светодиод «STOP» светится непрерывно.
- Блок питания в норме — светодиод «STOP» погашен

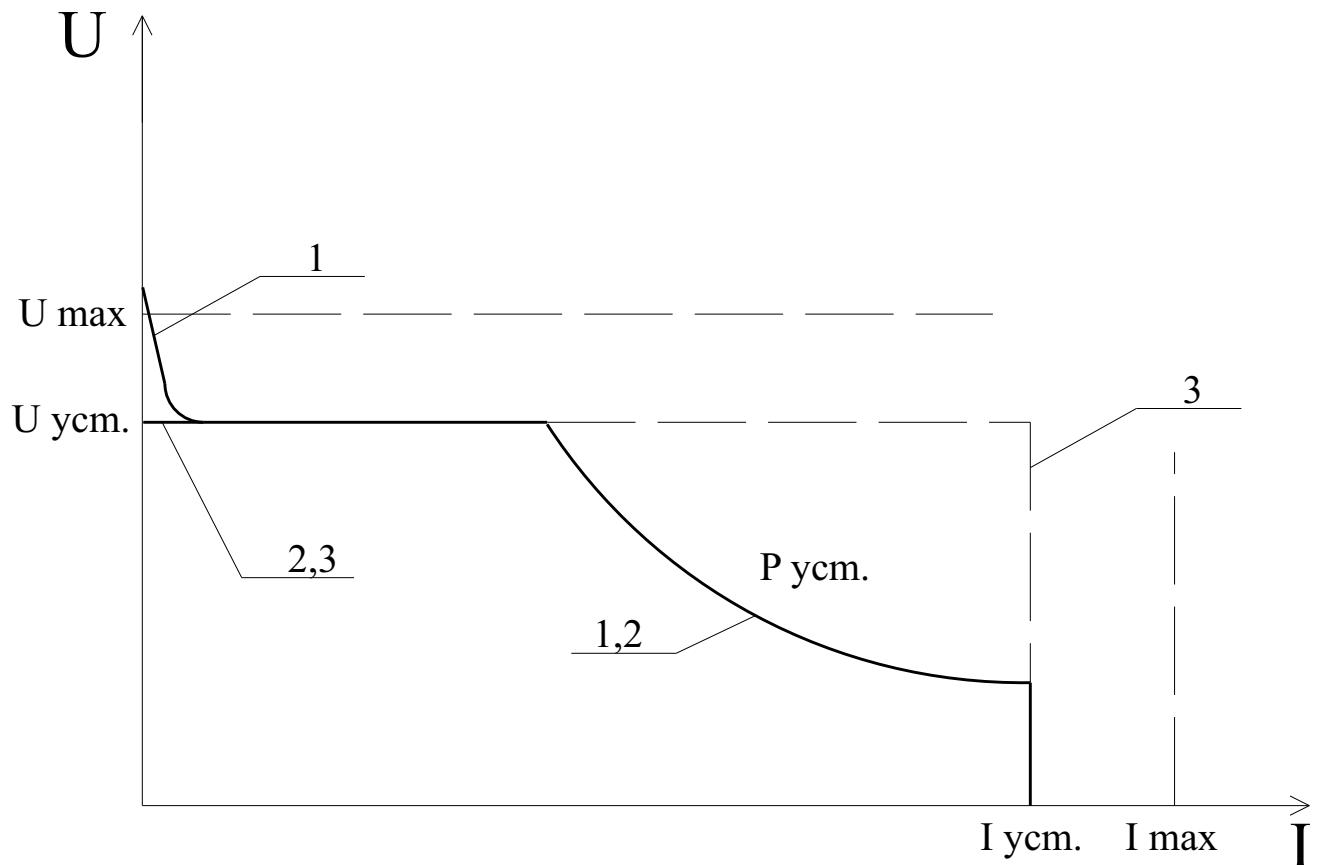
**3.1.5. Режима редактирования параметра:**

- Режим редактирования значения программируемого параметра включен — светодиод «SEL» светится.
- Режим редактирования значения программируемого параметра отключен — светодиод «SEL» погашен.

3.2. При нажатии кнопки «START», либо поступлении сигнала дистанционного включения, контроллер включает преобразователи, управляя ими так, чтобы обеспечить на выходе блока питания заданные параметры. При этом измеряются текущие значения контролируемых параметров и индицируются на дисплее значения выбранных параметров блока питания. При нажатии кнопки «STOP», либо поступлении сигнала дистанционного отключения, контроллер отключает преобразователи. При возникновении аварийной ситуации преобразователи отключаются, блокируется включение выходного напряжения и включается световой индикатор аварии, при этом на дисплее отображается причина отключения. После устранения причины аварии нажатием на кнопку «STOP» отключается световой индикатор аварии, снимается блокировка кнопки «START».

3.3. Работа блока питания в режиме стабилизации (ограничения) одного из выходных параметров: тока, напряжения, мощности.

Выходные вольт-амперные характеристики каналов блока питания изображены на рисунке 1. Область допустимых значений выходных параметров ограничена тремя заданными значениями: тока —  $I_{уст.}$  («Уставка тока»), напряжения —  $U_{уст.}$  («Уставка напряжения») и мощности -  $P_{уст.}$  («Уставка мощности»). Эти значения задаются в диапазоне от минимальной до максимальной величин в соответствии с



1 — анод

2 — накал

3 — смещение (соленоид)

Рисунок 1. Вольт-амперная характеристика блока питания.

п.п. 3.1, 3.1, 3.1.

При включении преобразователя канала выходная мощность плавно увеличивается до входа в режим стабилизации одного из выходных параметров, определяемого характером нагрузки. При этом на дисплее индицируется режим стабилизации. Скорость изменения выходного параметра может задаваться в соответствии с п.п. 3.1, 4.1.

После входа в режим стабилизации изменение свойств нагрузки приводит к перемещению рабочей точки блока питания по границе области допустимых значений. Если свойства нагрузки не позволяют достичь ни одного из заданных параметров, рабочая точка блока питания перемещается внутрь области допустимых значений и на дисплее индицируется выход из режима стабилизации.

При стабилизации сразу двух параметров (в точке пересечения уставок) блок питания будет переключаться между режимами стабилизации, при этом ни один из параметров может не достичь уровня уставки. Рекомендуется стабилизировать только один из выходных параметров

канала. При этом остальные параметры канала необходимо задать максимально возможными.

При выключении преобразователь отключает выходное напряжение.

Особенностью вольт-амперной характеристики анодного канала (1) является повышение выходного напряжения до  $U_{\max} + 50$  В при нагрузке близкой к холостому ходу независимо от заданного напряжения.

Особенностью вольт-амперной характеристики канала смещения (соленоида) является отсутствие ограничения по мощности.

### 3.4. Работа блока питания при возникновении дуги в нагрузке.

В случае возникновения дуги рабочая точка блока питания перемещается по границе области допустимых значений в сторону короткого замыкания. Ток ограничивается на уровне  $I_{уст}$ , выходное напряжение уменьшается до падения напряжения на дуговом разряде. Если при этих значениях тока и напряжения энергии в дуге недостаточно для поддержания дугового разряда, то дуга гаснет. После погасания дуги рабочая точка возвращается на прежнее положение, напряжение и ток принимают значения, бывшие до возникновения дуги. Если энергии в дуге достаточно для поддержания дугового разряда, то блок питания будет стабилизировать ток до тех пор, пока либо дуга не погаснет самостоятельно, либо пока выходное напряжение блока питания не будет отключено принудительно.

При возникновении короткого замыкания в нагрузке блок питания работает аналогично, то есть переходит в режим ограничения тока до тех пор, пока не будет отключен принудительно.

## 5. Маркировка

На лицевой панели блока питания указано наименование блока питания, у индикаторов и органов управления нанесены соответствующие надписи, указывающие их назначение.

На задней панели блока питания указан серийный номер и нумерация клемм; у разъемов нанесены надписи, указывающие их назначение.

## 6. Использование по назначению

1. Меры безопасности при работе с изделием:
  - 1.1. К работе с блоку питания допускаются лица, имеющие третью группу по электробезопасности и изучившие настояще руководство. Все монтажные, наладочные и ремонтные работы должны производиться только после отключения блока питания от сети.
  - 1.2. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ БЛОК ПИТАНИЯ С НЕПОДКЛЮЧЕННЫМ ЗАЩИТНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ.
  - 1.3. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ОТКЛЮЧАТЬ И ПОДКЛЮЧАТЬ ВЫХОДНЫЕ КЛЕММЫ ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ ВЫХОДНОМ НАПРЯЖЕНИИ.
  - 1.4. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ БЛОК ПИТАНИЯ С НЕПОДКЛЮЧЕННЫМ ЗАЩИТНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВЫВОДА АНОДНОГО КАНАЛА НА УСТАНОВКЕ.
  - 1.5. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ БЛОК ПИТАНИЯ С ЗАЗЕМЛЕННЫМ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ВЫВОДОМ АНОДНОГО КАНАЛА.
  - 1.6. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДАВАТЬ НА ВЫХОД БЛОКА ПИТАНИЯ НАПРЯЖЕНИЕ, ПРЕВЫШАЮЩЕЕ МАКСИМАЛЬНОЕ ВЫХОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ БЛОКА (п. 3.1).
  - 1.7. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДАВАТЬ НА ВЫХОД КАНАЛА НАКАЛА НАПРЯЖЕНИЕ.
  - 1.8. ВНИМАНИЕ! Вывод «Ток эмиссии» должен быть заземлен. Допускается включение источника напряжения между выводом «Ток эмиссии» и заземлением величиной не более 50 Вольт.
  - 1.9. ВНИМАНИЕ! К блоку IPS-3-P-I-U-V допускается подключение питания не более двух регуляторов расхода газа РРГ-12. При необходимости подключения питания большего числа РРГ-12 необходимо использовать внешний источник питания.
  - 1.10. Не допускать эксплуатацию блока питания в запыленных помещениях, имеющих электропроводящую пыль.
  - 1.11. Не допускать попадания во входные и выходные вентиляционные отверстия любых предметов.
  - 1.12. ВНИМАНИЕ! Попадание внутрь блока питания электропроводящих предметов (материалов, веществ) может привести к короткому замыканию и выходу блока питания из строя.
  - 1.13. Конструкция блока питания обеспечивает его пожарную безопасность в аварийном режиме работы и при нарушении правил эксплуатации согласно ГОСТ 12.1.004-91.

2. Подготовка изделия к использованию.
  - 2.1. После транспортировки в условиях пониженных температур выдержать блок питания в упаковке в условиях эксплуатации не менее пяти часов.
  - 2.2. Проверить состояние упаковки и распаковать блок питания.
  - 2.3. Проверить комплект поставки в соответствии с п. 1 настоящего руководства.
  - 2.4. Убедиться в отсутствии механических повреждений корпуса блока питания.
  - 2.5. Убедиться в отсутствии загрязнения разъемов.
  - 2.6. Установить блок питания в приборную стойку. Рабочее положение блока питания горизонтальное. Для обеспечения нормального охлаждения расстояние от передней и задней панелей блока питания до других предметов должно быть не менее 10 см.
  - 2.7. Автоматический выключатель поз. 1 приложение Приложение А должен находиться в положении «Откл».
  - 2.8. Произвести электромонтаж по схеме подключения блока питания, приведённой в приложении Приложение Г, в следующей последовательности.
    - 2.8.1. Подключить заземляющий провод к клемме заземления (поз. 7 приложение Приложение Б).
    - 2.8.2. Присоединить разъём сетевого кабеля блока питания к разъёму ХР2 (поз. 6 приложение Приложение Б) на задней панели блока.
    - 2.8.3. Снять защитные крышки клеммных колодок. Подключить выходные клеммы блока к нагрузке соблюдая полярность для анодного канала и канала смещения (соленоида). Установить на место защитные крышки.
    - 2.8.4. Рекомендации по подключению блока питания к нагрузке:
      - Кроме обычных требований по сечению жилы необходимо минимизировать индуктивность кабеля и излучаемые кабелем помехи, так как при пробоях в нагрузке спектр частот очень широкий.
      - Длина кабеля должна быть минимальной для данного расположения оборудования, то есть не должно быть петель. Минимальной индуктивностью обладает кабель скрученный из двух проводов. При этом чем меньше шаг скручивания, тем меньше площадь излучения кабеля. Нужно учитывать, что чем толще слой изоляции между жилами проводов, тем больше площадь излучения.
      - Необходимо взять провод ПВЗ или ПУГВ (или аналогичный) сечением достаточным для максимального выходного тока блока питания. Если рабочего напряжения суммарной изоляции двух

проводов не достаточно для максимального выходного напряжения блока питания, то необходимо надеть на каждый провод одинаковое необходимое количество слоев термоусаживаемой трубки.

- Скрутить два провода с приемлемым шагом (на сколько позволит жесткость провода). Нужно учесть, что после скручивания длина скрученного кабеля будет меньше длины отрезанного провода, а прогрев провода после скручивания предотвращает его от частичного возврата к исходному состоянию.
- Поверх скрученного кабеля, при необходимости, нужно положить дополнительную изоляцию (термоусаживаемую трубку) чтобы обеспечить изоляцию между потенциальной жилой кабеля и заземленными элементами установки, соответствующую максимальному выходному напряжению блока питания.
- Для уменьшения уровня излучаемых помех рекомендуется одеть поверх изготовленного кабеля экран. Экран может быть выполнен металлической оплеткой (чулком) или лентой. Экран должен быть заземлен только с одной стороны кабеля — на блоке питания. Поверх экрана должна быть одета изоляция (например термоусаживаемая трубка) для предотвращения электрического контакта экрана с токопроводящими элементами установки. Для минимизации пути протекания рабочего тока нагрузки по корпусу установки заземляемый вывод кабеля от блока питания необходимо заземлить в максимальной близости от токоввода установки.

2.8.5. Присоединить, при необходимости, разъём кабеля управления блоку питания по последовательному порту к разъёму ХР1 на задней панели блока (поз. 3 приложение Приложение Б).

Рекомендации по подключению интерфейса RS-485 приведены в приложении Приложение Е.

2.8.6. Присоединить разъём кабеля дистанционного управления блоком питания к разъёму XS1 на задней панели блока питания (поз. 2 приложение Приложение Б). Варианты подключения дистанционного управления блоком питания приведены в приложении Приложение Д. **ВНИМАНИЕ!** Подключение цепи «Блокировка» обязательно! Если блокировка включения выходного напряжения блока питания не используется, необходимо подключить цепь «Блокировка» в соответствии со схемой, указанной в приложении Приложение Д, рисунок 11.

2.8.7. Присоединить сетевой кабель блока питания к трёхфазной трехпроводной сети переменного тока 380/220 В.

2.8.8. Проверить правильность монтажа.

### 3. Подготовка к работе.

3.1. Провести проверку работоспособности блока питания в следующей последовательности:

- Подать на блок напряжение питания (перевести автоматический выключатель поз. 1 приложение Приложение А в положение «ВКЛ»).
- При исправном блоке питания должны кратковременно включиться все светодиоды («SEL.», «START», «MODE», «STOP» поз. 5, 7, 6, 8 приложение Приложение А) и звуковой оповещатель для контроля исправности индикации режимов работы блока. Затем все светодиоды должны погаснуть и на дисплее должно быть отображено: в верхней строке «Готов», в нижних строках наименования и значения отображаемых параметров.
- Отключить питание блока (перевести автоматический выключатель поз. 1 приложение Приложение А в положение «ОТКЛ»).

3.2. При необходимости изменить отображаемые на дисплее параметры и значения программируемых параметров запрограммируйте блок питания в соответствии с методикой изложенной в п. 4.

### 4. Выбор отображаемых и изменение значения программируемых параметров.

#### 4.1. Описание используемых понятий.

- «Знакоместо» — область экрана дисплея, предназначенная для отображения одного символа.
- «Строка статуса» — область экрана дисплея (верхняя строка), предназначенная для отображения режимов работы блока питания и каналов.
- «Страница» — набор логически связанный информации, одновременно отображаемой на экране дисплея блока питания.
- «Поле» — область экрана, где отображаются или могут редактироваться параметры.
- «Нажать кнопку» — кратковременное нажатие кнопки на время от 0,2 до одной секунды (надавить и удерживать кнопку в течение 0,2 – 1,0 сек).
- «Выделенная строка», «Выделенный символ» — строка или символ отображаемые на более светлом фоне, чем остальные.
- «Выбрать», «Выделить» — перемещение выделенной строки на дисплее с помощью кнопок вверх, вниз, для выбора необходимой строки.

- «Программируемый параметр» — параметр блока питания, значение которого может быть задано (изменено) пользователем.
- 4.2. Блок питания позволяет отображать на дисплее и программировать параметры в соответствии с таблицей 1 приложения Приложение Ж.
- 4.3. В блоке питания реализовано постраничное отображение параметров. Пользователю доступно пять страниц. Каждая страница разделена на поле строки состояния и поле отображения наименования параметров и их значений. На первых двух страницах наборы параметров заданы изготовителем. На третьей, четвертой и пятой страницах набор отображаемых параметров программируется пользователем. Постраничный список параметров страниц приведен в приложении Приложение 3.
- Выбор отображаемой страницы осуществляется кнопкой «MODE» последовательным перебором. Выбор параметра на текущей странице осуществляется кнопками «↑» и «↓».
- Переход из режима выбора параметра в режим изменения значения программируемого параметра и обратно возможен только для программируемых параметров (отмечены символом «+» в таблице 1 приложения Приложение Ж) и производится путём нажатия на кнопку «SEL». При этом режиму редактирования значения программируемого параметра соответствует включенный светодиод «SEL» и выделение редактируемого значения более светлым фоном, а режиму выбора параметра — светодиод «SEL» погашен и фон выбранного параметра и его значения одной яркости. Для непрограммируемых параметров кнопка «SEL» блокируется.
- В режиме редактирования значения программируемого параметра кнопками «↑» и «↓» увеличивается или уменьшается значение крайнего правого выделенного знакоместа, а выбор редактируемого знакоместа осуществляется кнопкой «MODE».
- Для страницы «Шесть любых параметров» по первому нажатию на кнопку «SEL» осуществляется переход в режим редактирования значения для программируемых параметров, либо в режим выбора наименования параметра из таблицы 1 приложения Приложение Ж для текущей строки для непрограммируемых параметров. Повторное нажатие на кнопку «SEL» приводит к выходу из режима выбора наименования параметра для непрограммируемых параметров, и переход в режим выбора наименования параметра для программируемых параметров. Для страницы «Шесть параметров, идущих последовательно» перебор программируемых параметров осуществляется кнопкой «↑», перебор измеряемых параметров осуществляется кнопкой «↓». Переход в

режим изменения значения программируемого параметра и обратно производится путём нажатия на кнопку «SEL».

**ВНИМАНИЕ!** Сохранение значения редактируемого параметра в энергонезависимой памяти осуществляется при выходе из режима программирования параметра нажатием кнопки «SEL», при этом должен погаснуть светодиод «SEL».

## 5. Использование изделия.

5.1. Включение выходных напряжений блока питания может осуществляться любым из трех способов:

- Нажатием кнопки «START» поз. 7 приложение Приложение А (Для ведомого блока питания функция блокируется).
- Подключением ко входу дистанционного управления блока постоянного тока (5 – 10) мА.
- Подачей команды на включение по последовательному порту RS-232 (RS-485).

При включении выходного напряжения любым способом загорается светодиод «START» и на выходы блока питания подаётся напряжение в соответствии с запрограммированными параметрами.

При включении выходного напряжения нажатием кнопки «START» кратковременно включается звуковой оповещатель при прохождении команды на включение выходных напряжений.

5.2. Выключение выходных напряжений блока питания может осуществляться любым из трех способов:

- Нажатием кнопки «STOP» поз. 8 приложение Приложение А.
- Отключением от входа дистанционного управления блока постоянного тока.
- Подачей команды на выключение по последовательному порту RS-232 (RS-485).

При выключении выходных напряжений любым способом напряжение плавно снижается до нуля с фиксированной скоростью, после чего гаснет светодиод «START», на 3 секунды блокируется прохождение команд на включение выходного напряжения.

При выключении выходного напряжения нажатием кнопки «STOP» кратковременно включается звуковой оповещатель при прохождении команды на выключение выходного напряжения.

5.3. Повторное включение выходных напряжений блока питания любым из указанных в п. 5.1 способах возможно не ранее чем через 3 секунды после выключения.

5.4. Во время работы блока питания на дисплее в верхней строке отображается информация о состоянии блока питания и режимах работы

каналов в соответствии с приложением Приложение И.

5.5. Включение выходных напряжений может осуществляться в ручном и автоматическом режимах:

5.5.1. Ручной режим включения задается установкой параметра «Задержка анода» в нулевое значение. В этом случае при нажатии кнопки «START» (или поступлении сигнала дистанционного включения) включается выходное напряжение канала смещения (соленоида), выходные параметры накального канала плавно увеличиваются до заданных величин за время, определяемое параметром «Фронт накала», выходное напряжение анодного канала отключено.

В это время светодиод «START» мигает сериями коротких импульсов. В строке состояния отображается сообщение «Разогрев накала».

После достижения током накала значения параметра «Уст. I накала», в строке состояния появляется сообщение «Накал готов к работе» и блок питания переходит в режим ожидания повторной команды на включение выходного напряжения. Светодиод «START» мигает с постоянной частотой. Сообщение «Накал готов к работе» периодически меняется на «Нажмите 'START'».

Повторное нажатие кнопки «START» (или поступление сигнала дистанционного включения) приводит к включению выходного напряжения анодного канала.

Выходные параметры анодного канала плавно увеличиваются до заданных величин за время, определяемое параметром «Фронт анода». В это время светодиод «START» мигает сериями: один длинный, серия коротких. В строке состояния отображается сообщение «Увеличение тока анода». После установления заданных выходных параметров анодного канала в строке состояния появляется сообщение «Накал "\_" анод "\_"», указывающее в режиме стабилизации какого параметра находится каждый из каналов.

Светодиод «START» переходит в режим непрерывного свечения.

5.5.2. Автоматический режим включения задается установкой параметра «Задержка анода» в не нулевое значение. Отличие автоматического режима включения в том, что после достижения тока накала значения параметра «Уст. I накала», блок питания отрабатывает задержку включения выходного напряжения анодного канала в соответствии со значением параметра «Задержка анода». В строке состояния отображается сообщение «Задержка анода».

После истечения времени задержки блок питания включает выходное напряжение анодного канала.

5.6. Выключение выходных напряжений может осуществляться в ручном и автоматическом режимах:

5.6.1. Ручной режим выключения задается установкой параметра «Откл. накала» в нулевое значение. В этом случае при нажатии кнопки «STOP» (или поступлении сигнала дистанционного выключения) отключается выходное напряжение анодного канала, выходные параметры накального канала и канала смещения (соленоида) не изменяются.

В это время светодиод «START» мигает с постоянной частотой. В строке состояния сообщение «Накал готов к работе» периодически меняется на «Нажмите 'START'». Блок питания переходит в режим ожидания повторной команды на включение или выключение выходного напряжения.

Повторное нажатие кнопки «START» (или поступление сигнала дистанционного включения) приводит к включению выходного напряжения анодного канала. После повторного нажатия кнопки «STOP» (или поступления сигнала дистанционного выключения) выходные параметры накального канала плавно уменьшаются до нулевых значений за время 5 секунд.

В строке состояния отображается сообщение «Выключение накала». После отключения накального канала отключается напряжение канала смещения (соленоида). Светодиод «START» отключается.

5.6.2. Автоматический режим выключения задается установкой параметра «Откл. накала» в ненулевое значение. Отличие автоматического режима включения в том, что после отключения анодного канала, блок питания отрабатывает задержку выключения выходного напряжения накала в соответствии со значением параметра «Откл. накала». В строке состояния сообщение «Накал готов к работе» периодически меняется на «Нажмите 'START'». После истечения времени задержки блок питания плавно уменьшает выходные параметры накального канала до нулевых значений за время 5 секунд. В строке состояния отображается сообщение «Выключение накала».

5.7. Блок питания позволяет независимое дистанционное управление четырьмя регуляторами расхода газа РРГ-12. Задание величины расхода газа осуществляется параметрами «Задание газа X», таблица 1, приложение Приложение Ж.

- Значение параметра «Уст. РРГ I анода» определяет подключение или отключение функции стабилизации выходного тока анодного канала путем регулирования расхода газа одним из подключенных РРГ. При значении параметра менее «IA min» функция отключена и на РРГ0

подается значение параметра «Задание газа 0». Значение параметра «Уст. РРГ I анода» не может быть установлено более заданного значения параметра «Уставка I анода». Значение параметра «Уставка I анода» не может быть установлено менее заданного значения параметра «Уст. РРГ I анода». При значении параметра «Уст. РРГ I анода» не менее  $I_{Amin}$  блок питания управляет регулятором расхода газа №0 таким образом, чтобы стабилизировать ток анода заданный параметром «Уст. РРГ I анода». При этом анодный канал находится в режиме стабилизации напряжения либо мощности. Переход блока питания в режим стабилизации выходного тока анодного канала путем регулирования расхода газа происходит после входа анодного канала в режим стабилизации одного из выходных параметров тока, напряжения или мощности.

- Значение параметра «Уст. РРГ U анода» определяет подключение или отключение функции стабилизации выходного напряжения анодного канала путем регулирования расхода газа одним из подключенных РРГ. При значении параметра менее «UA min» функция отключена и на РРГ0 подается значение параметра «Задание газа 0». Значение параметра «Уст. РРГ U анода» не может быть установлено более заданного значения параметра «Уставка U анода». Значение параметра «Уставка U анода» не может быть установлено менее заданного значения параметра «Уст. РРГ U анода». При значении параметра «Уст. РРГ U анода» не менее  $U_{Amin}$  блок питания управляет регулятором расхода газа №0 таким образом, чтобы стабилизировать напряжение анода заданное параметром «Уст. РРГ U анода». При этом анодный канал находится в режиме стабилизации тока либо мощности. Переход блока питания в режим стабилизации выходного напряжения анодного канала путем регулирования расхода газа происходит после входа анодного канала в режим стабилизации одного из выходных параметров тока, напряжения или мощности. При одновременном включении стабилизации и тока и напряжения приоритет у стабилизации по току.
- Значения коэффициентов ПИД регулятора в цепи обратной связи по расходу газа задаются при помощи параметров «ПИД РРГ 0 кП», «ПИД РРГ 0 кИ», «ПИД РРГ 0 кД».
- Соответствие номера канала управления РРГ физическому регулятору газа определяется значениями параметров «РРГ № адрес».  
**ВНИМАНИЕ!** Для корректного управления регуляторами газа значения адресов РРГ должны отличаться друг от друга!  
**ВНИМАНИЕ!** Для корректной работы блока питания с выносным

измерителем потенциала плазмы адрес 250 регуляторам газа не присваивать!

5.8. Блок питания позволяет изменять адрес РРГ, записанный в знергонезависимой памяти регулятора расхода газа РРГ-12.

5.8.1. Запись адреса РРГ с клавиатуры источника:

- Подключить к блоку питания один РРГ-12, адрес которого необходимо изменить.

**ВНИМАНИЕ!** Для корректной записи адреса к блоку питания должен быть подключен только один РРГ!

- Выбрать по методике п. 4 параметр «РРГ 0 адрес».
- Установить значение параметра равным адресу, который необходимо записать в подключенный РРГ.
- Нажатием кнопки «MODE» выбрать для отображения страницу «Шесть параметров, идущих последовательно».
- Нажать кнопку «SEL», и удерживая ее нажать кнопку «MODE». Удерживать нажатыми обе кнопки не менее 3 секунд.
- При успешной активации режима записи адреса на дисплее блока питания должно отобразится сообщение «Запись адреса РРГ».
- Время установления связи с подключенным РРГ может занять 2-3 минуты.
- При успешной записи адреса параметрам хранимым в регистрах «Серийный номер», «РРГ 0 Флаги 1», «РРГ 0 Флаги 2», «Заданный расход», «Измер. Расход» будут присвоены соответствующие значения, считанные с подключенного РРГ.

5.8.2. Запись адреса РРГ по команде с компьютера:

- Подключить к блоку питания один РРГ-12, адрес которого необходимо изменить.

**ВНИМАНИЕ!** Для корректной записи адреса к блоку питания должен быть подключен только один РРГ!

- В регистр № 35 «РРГ 0 адрес» записать адрес, который необходимо записать в подключенный РРГ.
- В регистр «Регистр команд» записать команду «121», после чего значение регистра должно стать равным «10121».
- В регистр «Регистр команд» записать команду «21», после чего значение регистра № 0 должно стать равным «30021» на время поиска подключенного РРГ (может занять 2-3 минуты).
- При успешной активации режима записи адреса на дисплее блока питания должно отобразится сообщение «Запись адреса РРГ».
- При успешной записи адреса значение регистра «Регистр команд» должно стать равным «10021». В регистры «Серийный номер»,

«РРГ 0 Флаги 1», «РРГ 0 Флаги 2», «Заданный расход», «Измер. Расход» будут записаны соответствующие данные, считанные с подключенного РРГ. При невозможности обнаружения подключенного устройства значение регистра станет равным «40221».

- 5.9. Блок питания позволяет считывать и отображать служебную информацию с каждого из подключенного РРГ: «Серийный номер», «РРГ 0 Флаги 1», «РРГ 0 Флаги 2», «Заданный расход», «Измер. Расход». Описание этих параметров приведено в эксплуатационной документации на РРГ-12. Если блок питания включен и находится в состоянии «Готов» (выходные напряжения не поданы) один раз в 15 минут производится автоматическая калибровка РРГ.
- 5.10. Блок питания позволяет стабилизировать отношение тока эмиссии к току анода. При значениях параметра «Іэмис. / Іанода» в диапазоне от 0,5 до 2, после входа анодного канала в режим стабилизации одного из выходных параметров, блок питания переходит в режим стабилизации отношения тока эмиссии к току анода спустя время задаваемое параметром «Задержка Іэ/Іа». При этом рабочая точка накального канала (ток, напряжение) перемещается внутри области, ограниченной значениями параметров «Уст. I накала», «Уст. U накала», «Уст. Р накала». При значении параметра «0,49» функция отключена. Значения коэффициентов ПИД регулятора в цепи обратной связи по параметру «Іэмис. / Іанода» задаются при помощи параметров «ПИД эмиссии кП», «ПИД эмиссии кИ», «ПИД эмиссии кД». При каждом выключении выходного напряжения анодного канала параметру «Посл. I накала» присваивается измеренное значение выходного тока накала на момент выключения (в случае если значение параметра «Посл. I накала» не равно нулю). Если значение параметра «Іэмис. / Іанода» находится в диапазоне от 0,5 до 2, то при следующем включении накального канала к значению параметра «Посл. I накала» прибавляется три Ампера (но не более значения параметра «Уст. I накала»), и полученное значение используется в качестве уставки максимального тока накала вместо значения параметра «Уст. I накала». При обнулении параметра «Время накала» после замены катода параметру «Посл. I накала» автоматически присваивается значение параметра «Уст. I накала». При значении параметра «Посл. I накала» равного «0» функция отключена .
- 5.11. Блок питания позволяет стабилизировать потенциал плазмы при подключении выносного измерителя потенциала плазмы. При значениях параметра «Уст. U плазмы» в диапазоне от -25 В до +10 В, после входа

анодного канала в режим стабилизации одного из выходных параметров, блок питания переходит в режим стабилизации потенциала плазмы за счет регулирования тока накала. При этом рабочая точка накального канала (ток, напряжение) перемещается внутри области, ограниченной значениями параметров «Уст. I накала», «Уст. U накала», «Уст. Р накала». При значении параметра «-25,1» функция отключена. Значения коэффициентов ПИД регулятора в цепи обратной связи по параметру «Уст. U плазмы» задаются при помощи параметров «ПИД эмиссии кП», «ПИД эмиссии кИ», «ПИД эмиссии кД».

Протокол обмена с выносным измерителем потенциала плазмы аналогичен протоколу обмена с РРГ-12. Адрес устройства — 250.

Подключается выносной измеритель потенциала плазмы к разъему «РРГ».

**ВНИМАНИЕ!** Если выносной измеритель потенциала плазмы не подключен, изменение параметра «Уст. U плазмы» блокируется и стабилизация потенциала плазмы отключена независимо от значения параметра «Уст. U плазмы». При одновременном включении режимов стабилизации потенциала плазмы и стабилизации отношения тока эмиссии к току анода приоритет имеет стабилизация потенциала плазмы.

- 5.12. Выход накального канала позволяет подключение двух независимых нагрузок. Выходное напряжение канала подается только на одну из них, выбранную пользователем. Выбор нагрузки возможен только при отключенном выходном напряжении накального канала и определяется значением параметра «Номер накала». Варианты подключения нагрузки накального канала в зависимости от значения параметра «Номер накала» приведены в приложении Приложение Г.
- 5.13. Блок питания контролирует полное сопротивление нагрузки накального канала при величинах тока накала не менее 3 А и напряжения накала не менее 3 В. При увеличении сопротивления до значения параметра «Макс.Z накала» срабатывает защита по сопротивлению нагрузки накального канала, происходит отключение выходных напряжений блока питания в соответствии с пунктом 5.6, включается звуковой оповещатель. При значении параметра «0» сопротивление накала не контролируется.
- 5.14. При включенном выходном напряжении и уменьшении выходного тока накального канала ниже значения параметра «I замены накала» в строке состояния дисплея отображается предупреждение «Заменить катод» и включается звуковой оповещатель (один короткий сигнал раз в 20 секунд). Аналогичное предупреждение формируется при выключенном выходном напряжении и значении параметра «Посл. I накала» менее

- значения параметра «I замены накала».
- 5.15. После замены накала при необходимости блокировать включение анодного напряжения на время очистки катода (три минуты) нужно обнулить параметр «Время накала» кнопкой «↑» или «↓».
- 5.16. Если значение параметра «Время накала» менее 3 минут (катод новый), то блокируется включение анодного напряжения и отображается предупреждение «Очистка катода».
- 5.17. Блок питания контролирует состояние внешних блокировочных контактов. Размыкание блокировочных контактов приводит к срабатыванию защиты по блокировке.
- 5.18. При ухудшении качества питающей сети (перекос фаз или отсутствие одной из фаз) начинает мигать светодиод «STOP», блок питания продолжает работать. В строке состояния текущее сообщение периодически меняется на «Плохая сеть питания». Если после этого качество сети придет в норму, то светодиод «STOP» отключится, предупреждающее сообщение не будет выводиться на дисплей.
- 5.19. При нагреве блока питания до температуры близкой к критической начинает мигать светодиод «STOP», включается звуковой оповещатель, блок питания продолжает работать. Если после этого температура блока питания уменьшится, то светодиод «STOP» и звуковой оповещатель отключаются. Если температура блока питания будет продолжать расти, то по достижении критической температуры сработает защита по температуре.
- 5.20. При срабатывании любой из защит выходное напряжение блока питания отключается, блокируется включение выходного напряжения и включается светодиод «STOP», в строке состояния отображается причина отключения.
- 5.21. Причина отключения блока питания отражается в значении параметра «Флаги состояния» и «Флаги сети» в виде шеснадцатеричного числа. Индицируемое шеснадцатеричное число соответствует шестнадцатиразрядному двоичному числу, каждый бит которого отображает состояние отдельного контролируемого параметра в соответствии с таблицами 4 и 5 приложения Приложение Ж.
- 5.22. Сброс защиты осуществляется нажатием на кнопку «STOP» или командой по последовательному порту RS-232 (RS-485). При этом, если причина срабатывания защиты устранена, отключается светодиод «STOP», снимается блокировка включения выходного напряжения от клавиатуры и по сигналу дистанционного включения.
- 5.23. При включенном выходном напряжении изменение программируемых параметров (по методике п. 4) приводит к изменению соответствующих

- параметров выходного напряжения.
- 5.24. После окончания работы с блоком питания нажатием на кнопку «STOP» отключить выходное напряжение, перевести автоматический выключатель в положение «ОТКЛ».
- 5.25. При отключении питания блок сохраняет в энергонезависимой памяти выбранные для отображения на дисплее параметры и заданные значения программируемых параметров, кроме параметра находящегося на момент отключения в режиме программирования параметра.
- 5.26. Контроль работоспособности блока питания в целом осуществляется следующим образом:
- Убедиться в том, что: блокировочные контакты замкнуты, нагрузка блока питания подключена, к нагрузке этого блока питания не подключен никакой другой источник напряжения.
  - Перевести автоматический выключатель в положение «ВКЛ».
  - Убедиться в том, что на дисплее индицируется состояние блока питания «Готов».
  - Используя методику п. 4 убедиться в том, что заданы корректные выходные параметры каналов блока питания. Установить значение параметров «Задержка анода» и «Откл. накала» равными 0.
  - Выбрать по методике п. 6.4 страницу отображаемых параметров «Шесть любых параметров из таблицы». Выбрать для отображения параметры «Ток анода», «Напряж. анода», «Ток накала», «Напряж. накала», «Время накала», «Напр. Смещения».
  - Убедиться в том, что отображаются выбранные параметры и их значения. Причем значения измеренных выходных параметров должны быть нулевыми, а значение параметра «Время накала» не меняется в течение нескольких минут.
  - Убедиться в готовности нагрузки к включению выходного напряжения блока питания.
  - Включить выходное напряжение кнопкой «START».
  - Убедиться в том, что мигает светодиод «START», на дисплее в строке состояния индицируется режим работы блока питания в соответствии с приложением Приложение И, значения выходных параметров накального канала и канала смещения (соленоида) ненулевые, значения выходных параметров анодного канала близки к нулю.
  - После появления в командной строке сообщения «Накал готов к работе» нажать кнопку «START».
  - Убедиться в том, что через некоторое время светодиод «START» светится непрерывно, на дисплее в строке состояния индицируется режим работы блока питания в соответствии с приложением При-

ложение И, значения выходных параметров накального, анодного канала и канала смещения (соленоида) ненулевые, значение параметра «Время накала» увеличивается.

- Выключить анодное напряжение кнопкой «STOP».
- Убедиться в том, что мигает светодиод «START», на дисплее в строке состояния сообщение «Накал готов к работе» периодически меняется на «Нажмите 'START'», значения выходных параметров накального канала и канала смещения (соленоида) ненулевые, значения выходных параметров анодного канала близки к нулю.
- Выключить напряжение накального канала кнопкой «STOP».
- Убедиться в том, что светодиод «START» погас, на дисплее индицируется состояние блока питания «Готов», значения выходных параметров каналов близки к нулю, а значение параметра «Время накала» не меняется.
- Перевести автоматический выключатель в положение «ОТКЛ».
- Убедиться в том, что дисплей отключен.

## 6. Дистанционное управление параметрами блока питания по последовательному интерфейсу.

6.1. Схема подключения к внешнему управляющему устройству приведена в приложении Приложение Д. Рекомендации по подключению интерфейса RS-485 приведены в приложении Приложение Е. Описание регистров приведено в таблице 1 приложения Приложение Ж. Описание протокола обмена приведено на сайте производителя в разделе «Документация и программы» (<https://ips.tomsk.ru/software>).

6.2. Выбор интерфейса может либо осуществляться автоматически при приеме пакета по соответствующему интерфейсу, либо задается с клавиатуры. Скорость приема/передачи 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 выбирается автоматически, либо задается с клавиатуры.

## 7. Перечень возможных отказов и рекомендации по устранению приведены в приложении Приложение К.

## 7. Хранение

1. Хранение блока питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов должно осуществляться в потребительской таре.
2. В помещениях для хранения блока питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов не должно быть паров кислот, щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

## 8. Транспортирование

1. Транспортирование упакованного блока питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов может осуществляться всеми видами крытого транспорта в условиях, исключающих возможность непосредственного воздействия атмосферных осадков и агрессивных сред.
2. Размещение и крепление в транспортных средствах упакованных блоков питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность их ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.
3. Транспортирование должно соответствовать условиям 2(С) по ГОСТ 23216-78, в том числе по воздействию климатических факторов по группе 4 (Ж2) ГОСТ 15150-69.
4. Не допускается кантование блока питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов.

## 9. Гарантии изготовителя

1. Предприятие-изготовитель гарантирует работоспособность (сохранность эксплуатационных характеристик) изделия при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных эксплуатационной документацией на изделие.
2. Гарантийный срок эксплуатации — 12 месяцев со дня ввода изделия в эксплуатацию.
3. Гарантийный срок хранения — 24 месяца со дня изготовления изделия.
4. Гарантийные обязательства не распространяются в случаях:
  - 4.1. Нарушения правил эксплуатации.
  - 4.2. Нарушения правил хранения и транспортирования изделия.
  - 4.3. Если изделие имеет следы неавторизованного ремонта.
  - 4.4. Самостоятельной разборке изделия и/или внесении изменений в конструкцию изделия.
  - 4.5. Наличия механических повреждений изделия или химической коррозии.
  - 4.6. Обнаружены следы попадания внутрь изделия посторонних предметов, жидкостей, загрязнений, а также следы деятельности животных, насекомых и т.д.
5. В случае отказов и неисправностей изделия в течение гарантийного срока изготовитель устраняет их своими силами и средствами.

## Приложение А. Внешний вид блока питания со стороны лицевой панели

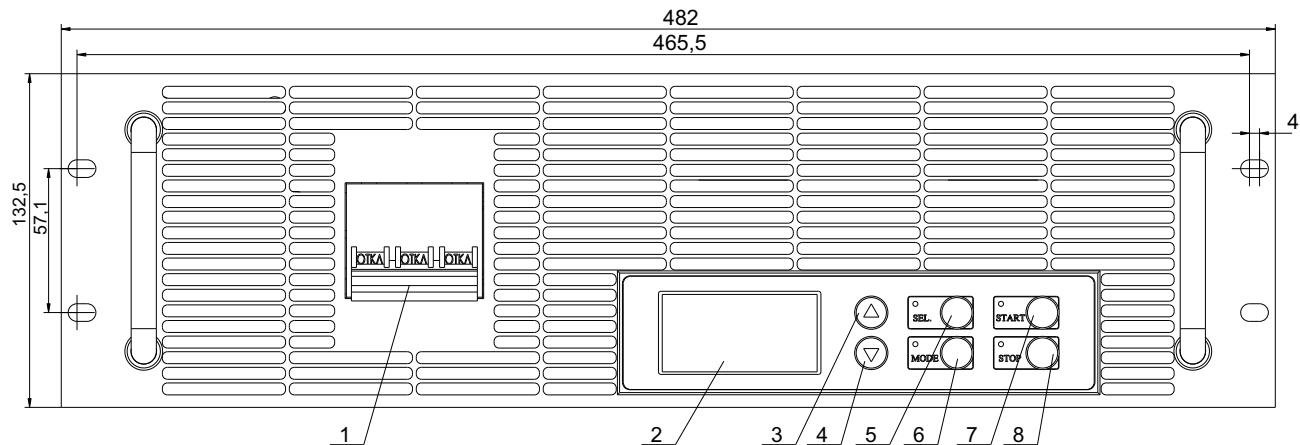


Рисунок 2. Высота блока 3U

1. Автоматический выключатель.
2. Дисплей
3. Кнопка «↑» (+)
4. Кнопка «↓» (-)
5. Кнопка «SEL.»
6. Кнопка «MODE»
7. Кнопка «START»
8. Кнопка «STOP»

## Приложение Б. Внешний вид блока питания со стороны задней панели

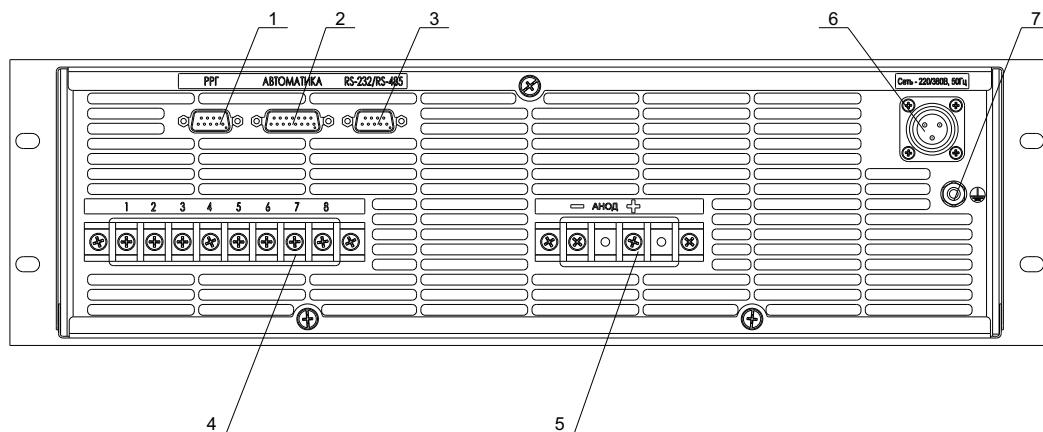
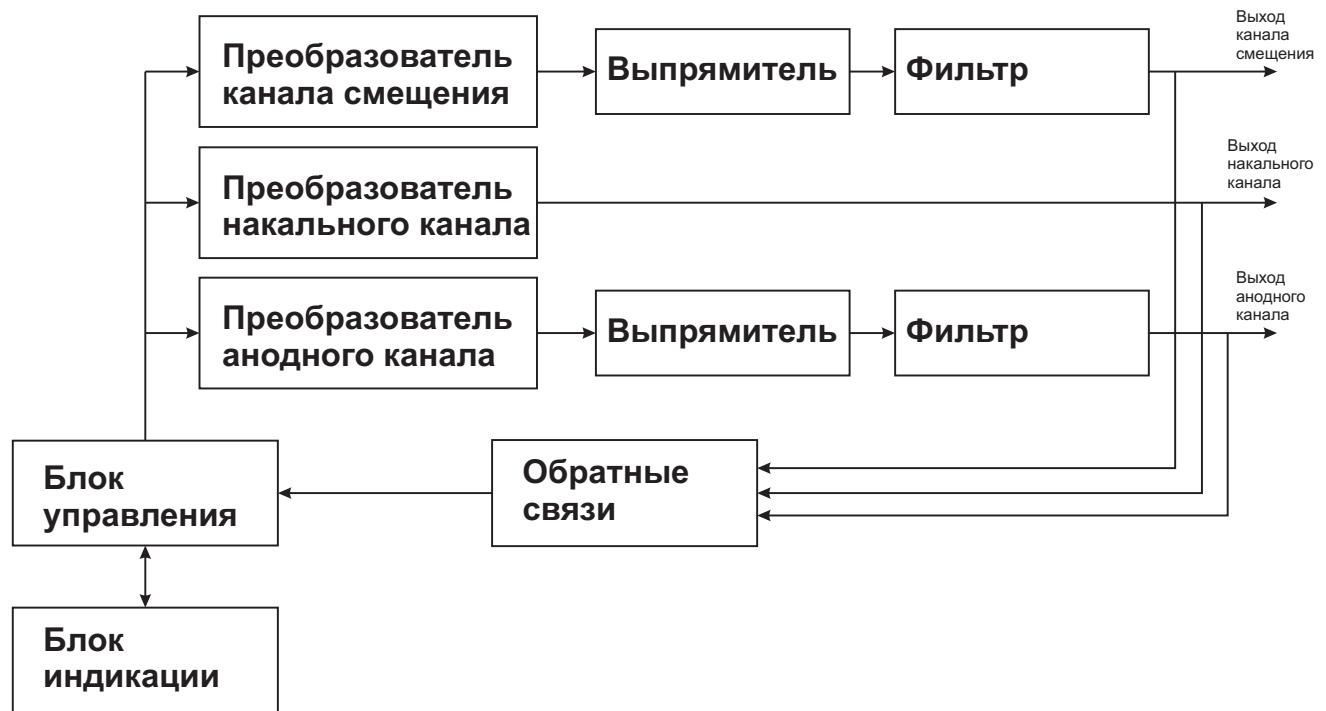


Рисунок 3. Блок питания IPS-3-P-I-U-V, высота блока 3U

1. Разъем XS2 «PPГ» (тип DB-9F) для подключения регуляторов расхода газа и выносного измерителя потенциала плазмы.
2. Разъём XS1 «АВТОМАТИКА» (тип DB-15F) для подключения кабеля дистанционного включения управления блоком питания.
3. Разъём XP1 «RS-232/RS-485» (тип DB-9M) для подключения кабеля управления блоком питания по последовательному порту RS-232/RS-485.
4. Клеммная колодка X1 для подключения выходных напряжений накального канала и канала смещения (соленоида). Нумерация клемм слева направо.
5. Клеммная колодка X2 для подключения выходного напряжения анодного канала. Нумерация клемм слева направо.
6. Разъём XP2 «Сеть — 220/380В, 50Гц» (тип ШР20П3ЭШ7Н-М) для подключения сетевого кабеля 220/380В.
7. Клемма заземления.

## Приложение В. Структурная схема блока питания IPS-3-P-I-U-V



## Приложение Г. Схема электрическая подключения блока питания при эксплуатации

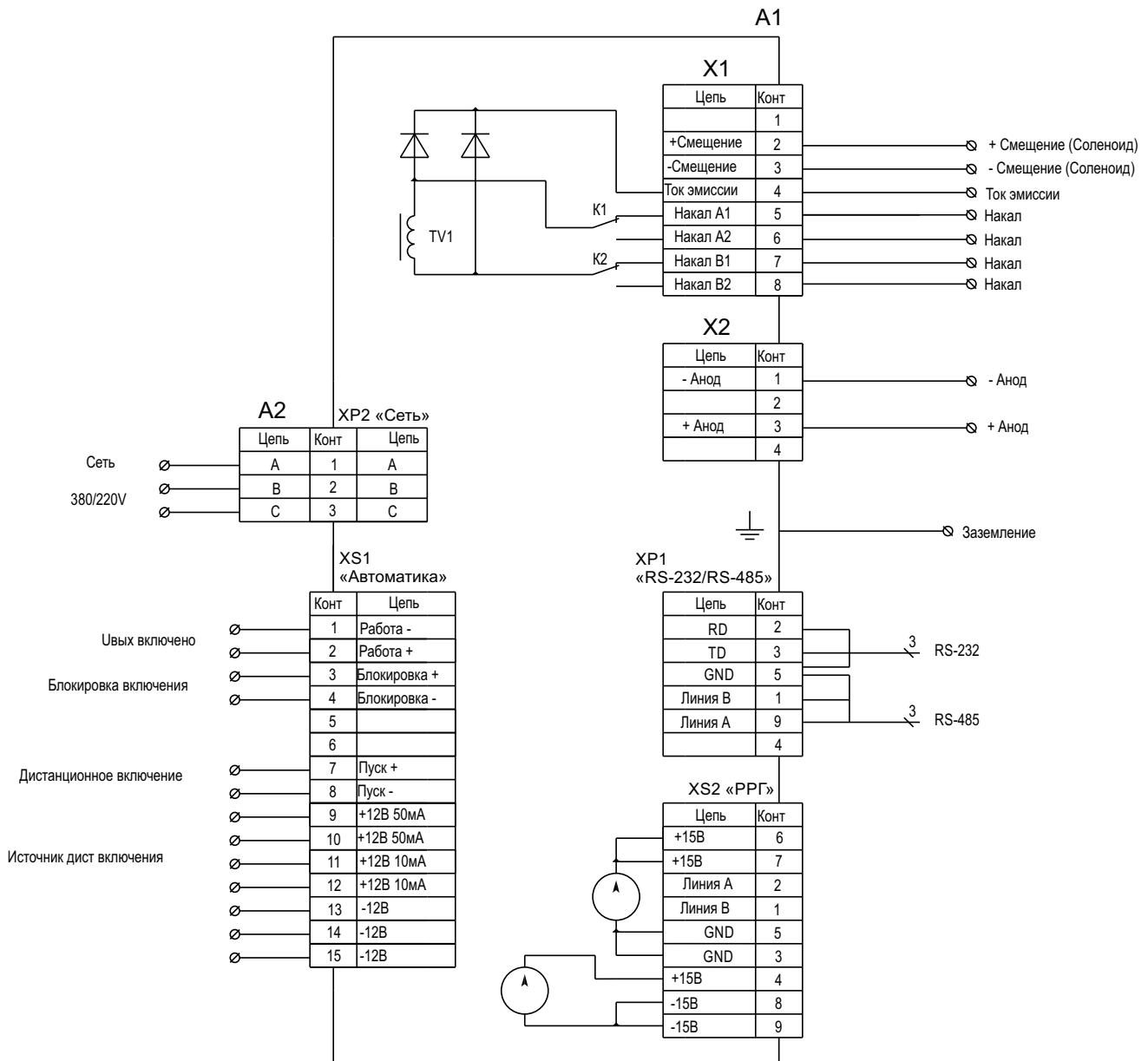


Рисунок 4. Подключение блока питания IPS-3-P-I-U-V.

A1 Блок питания IPS-3-P-I-U-V.

A2 Сетевой кабель.

XP1 Разъем «RS-232/RS-485» (тип DB-9M) для подключения кабеля дистанционного управления блоком питания по последовательному порту RS-232/RS-485.

ХР2 Разъем «Сеть — 220/380 В, 50 Гц» для подключения входного сетевого напряжения (тип ШР20П3ЭШ7Н-М).

XS1 Разъем «АВТОМАТИКА» (тип DB-15F) для дистанционного управления релейной автоматикой.

XS2 Разъем «РРГ» (тип DB-9F) для подключения регуляторов расхода газа и выносного измерителя потенциала плазмы.

**ВНИМАНИЕ!** К блоку IPS-3-P-I-U-V допускается подключение питания не более двух регуляторов расхода газа РРГ-12. При необходимости подключения большего числа РРГ-12 использовать внешний источник питания.

**ВНИМАНИЕ!** Отрицательный вывод анодного напряжения «—Анод» должен быть заземлен на установке.

**ВНИМАНИЕ!** Вывод «Ток эмиссии» должен быть заземлен. Допускается включение источника напряжения между выводом «Ток эмиссии» и заземлением величиной не более 50 Вольт.

K1, K2 реле с независимым управлением для коммутации нагрузки накального канала.

TV1 вторичная обмотка трансформатора накального канала.

**ВНИМАНИЕ!** Коммутация нагрузки накального канала при включенном выходном напряжении заблокирована.

Варианты подключения нагрузки накального канала в зависимости от значения параметра «Номер накала»:

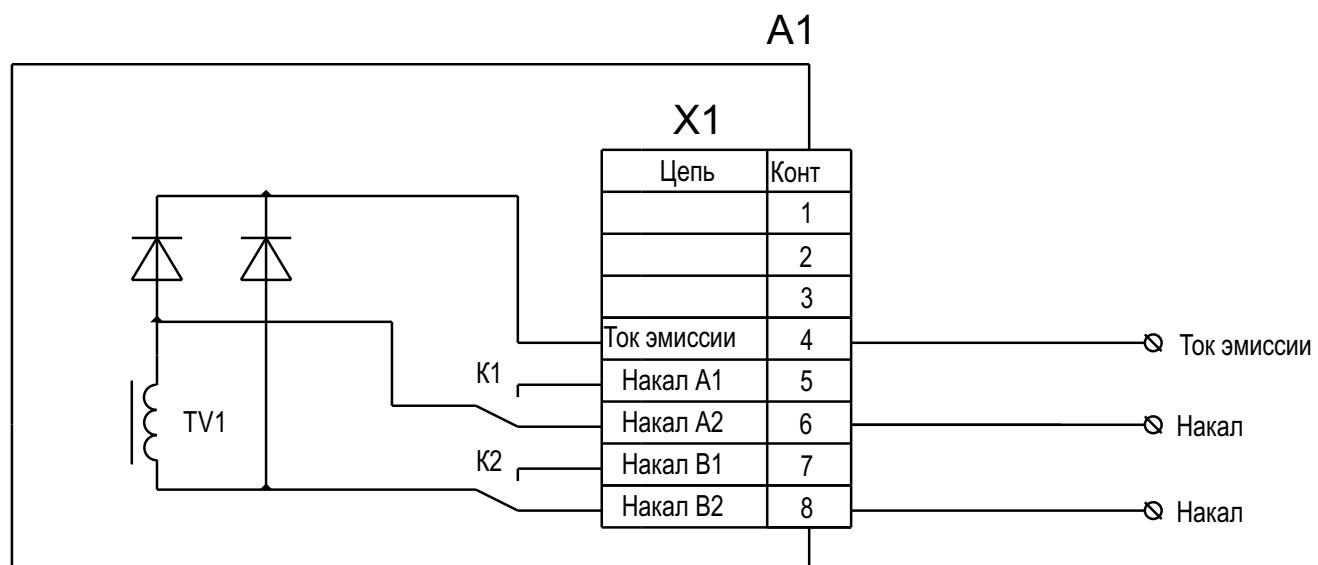


Рисунок 5. Подключение нагрузки накального канала для значения регистра «Номер накала» равного «1».

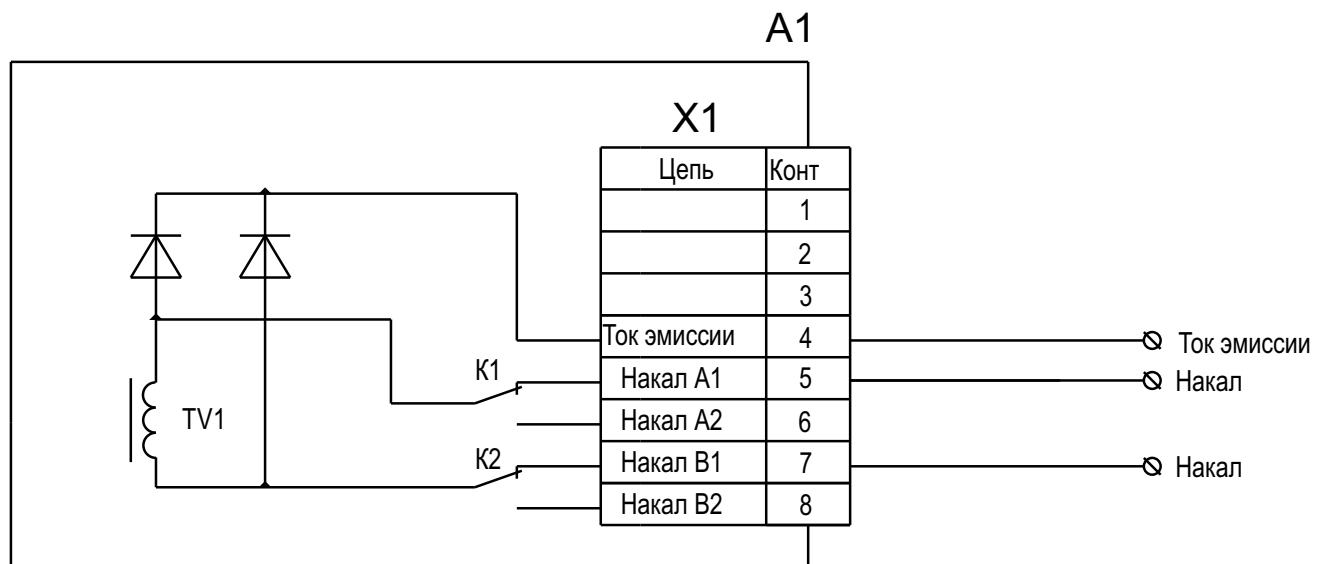


Рисунок 6. Подключение нагрузки накального канала для значения регистра «Номер накала» равного «2».

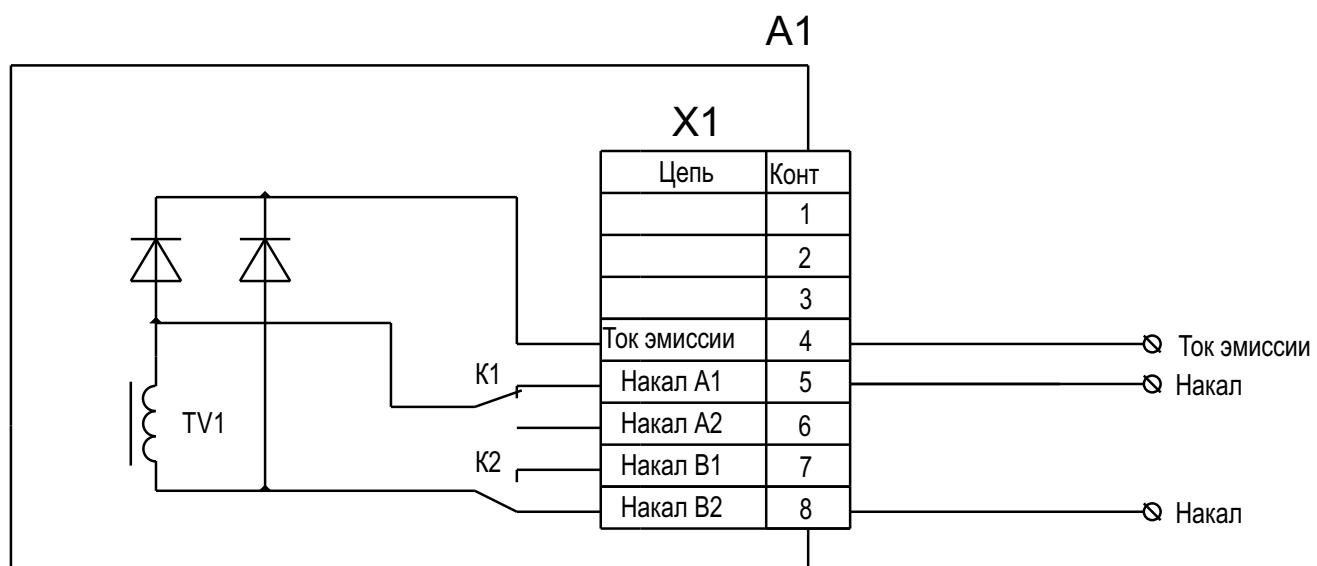


Рисунок 7. Подключение нагрузки накального канала для значения регистра «Номер накала» равного «3».

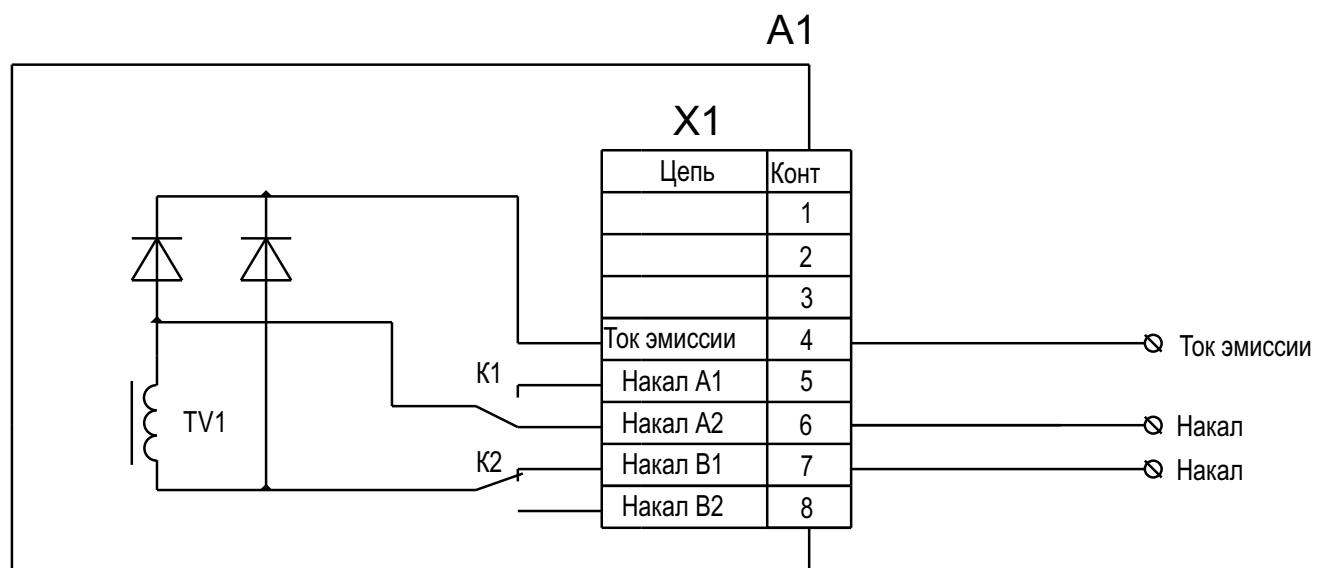


Рисунок 8. Подключение нагрузки накального канала для значения регистра «Номер накала» равного «4».

A1 — блок питания IPS-3-P-I-U-V.

## Приложение Д. Варианты схем подключения дистанционного включения блока питания

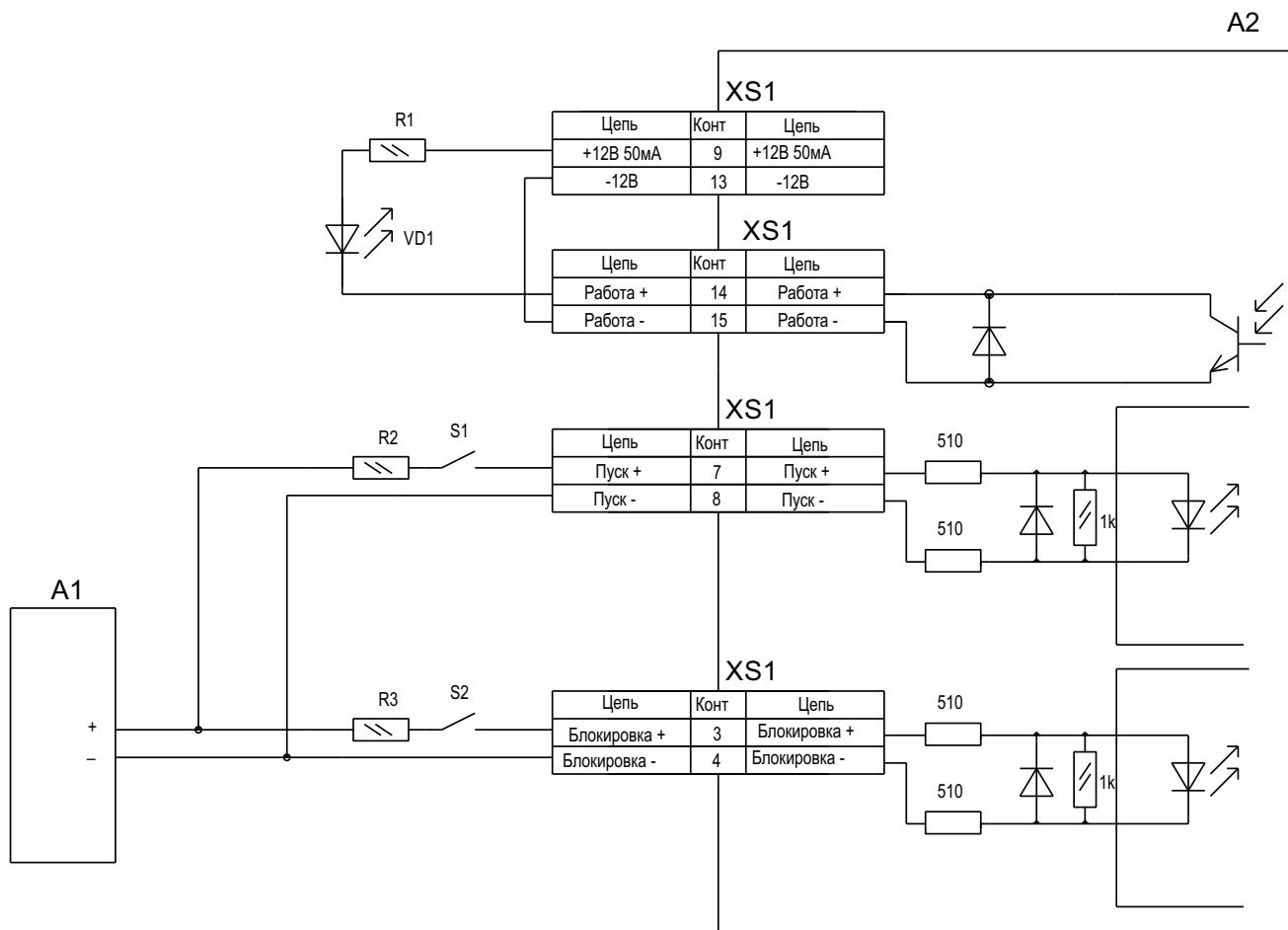


Рисунок 9. Подключение с внешним источником напряжения.

A1 — внешний источник напряжения.

A2 — блок питания IPS-3-P-I-U-V.

S1 — внешние контакты дистанционного включения блока питания.

S2 — внешние контакты блокировки включения блока питания.

VD1 — светодиод индикации включения выходного напряжения, либо светодиод оптопары.

$R_1$  — балластный резистор с сопротивлением  $R = \frac{10}{I_{vd}}$ ,

Где  $I_{vd}$  — ток светодиода,  $R$  — сопротивление в Омах.

$R_2, R_3$  — балластные резисторы с сопротивлением  $R = \frac{U-1,6}{I_{vd}-1000}$ ,

Где  $U$  — выходное напряжение источника A1,  $I_{vd}$  — ток светодиода (рекомендуемое значение (5 – 10) мА),  $R$  — сопротивление в Омах.

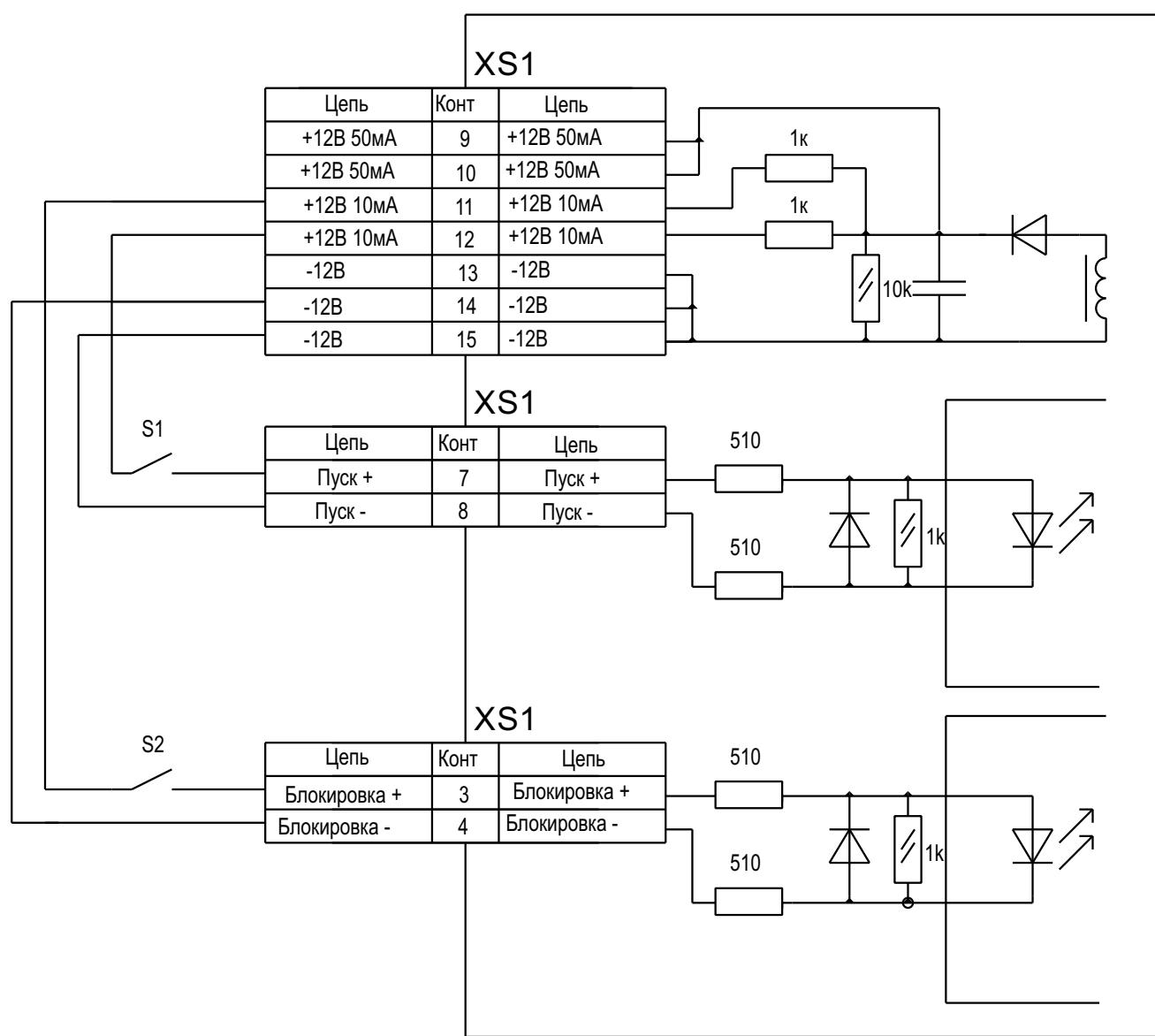


Рисунок 10. Подключение с внутренним источником напряжения.

A1 — блок питания IPS-3-P-I-U-V.

S1 — внешние контакты дистанционного включения выходного напряжения блока питания.

Замыкание контактов соответствует включению выходного напряжения, размыкание отключению.

S2 — внешние контакты блокировки включения выходного напряжения блока питания.

Замкнутые контакты — включение разрешено, разомкнутые — запрещено.

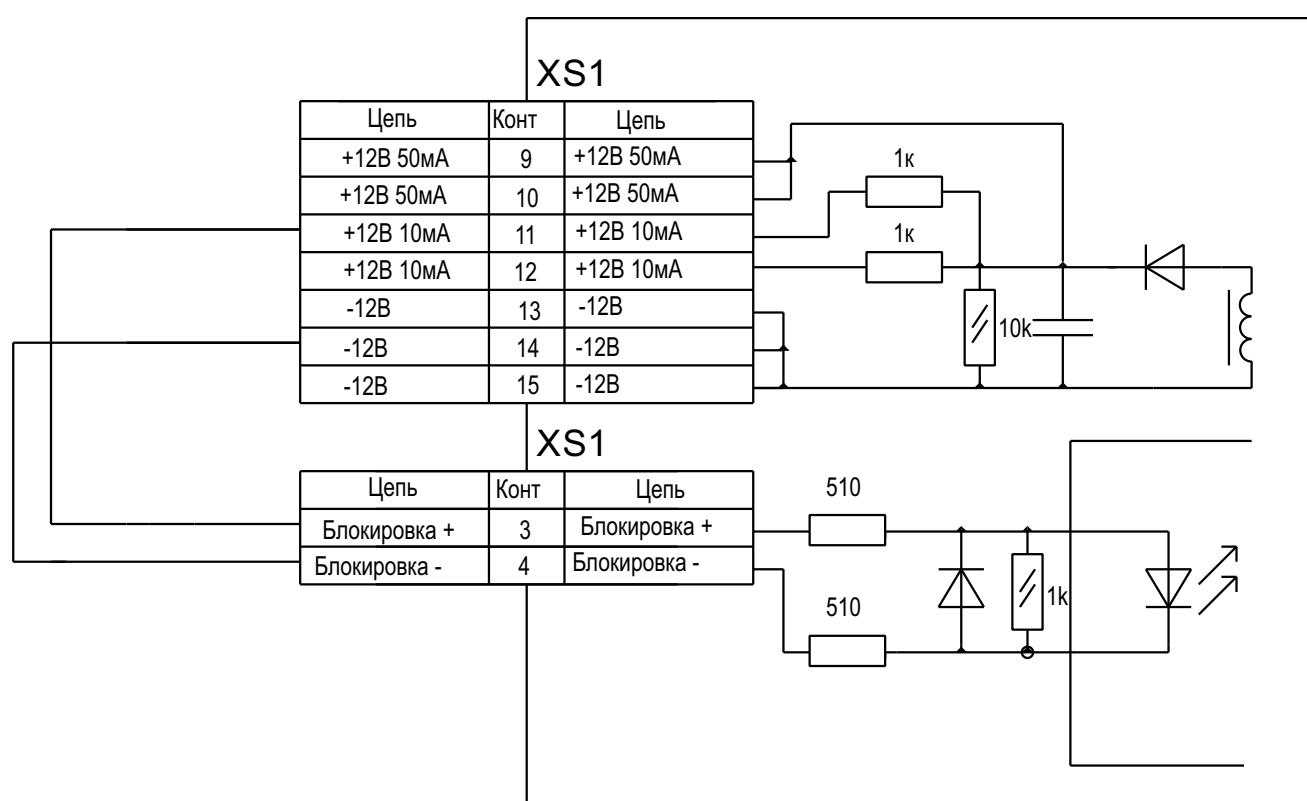


Рисунок 11. Подключение только цепи «Блокировка»

A1 — блок питания IPS-3-P-I-U-V.

## Приложение Е. Рекомендации по подключению интерфейса RS-485

Рекомендации по подключению интерфейса RS-485.

- Наиболее оптимальной считается передача сигнала по кабелю на основе витой пары.
- Сеть должна быть проложена по топологии шины, без ответвлений, кабелем минимальной длины.
- Для предотвращения отражения сигнала концы кабеля должны быть заглушены терминальными резисторами величиной от 100 до 120 Ом, в зависимости от номинального волнового сопротивления кабеля.
- Для защиты приемников от ложных срабатываний требуется обеспечить смещение между проводами кабеля ориентировано 250 мВ. Для этого необходимо «подтянуть» цепь «А» к положительному полюсу источника питания, а цепь «Б» — к «общему».
- Источник питания должен быть гальванически развязан.
- Потенциал линии относительно цепи «Общий» желательно иметь в районе 2,5 В.

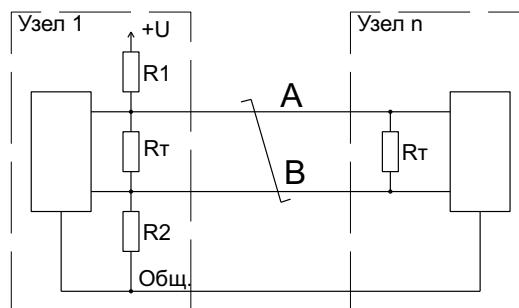


Рисунок 12. Подключение RS-485.

Номиналы резисторов рассчитывают, исходя из требуемого смещения, напряжения источника питания и номинала терминальных резисторов. Например, для смещения 250 мВ при терминальных резисторах номиналом 100 Ом и напряжении источника 12 В, получим ток смещения

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0,250 \text{ В}}{50 \text{ Ом}} = 0,005 \text{ А.}$$

Общее сопротивление цепи смещения

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12 \text{ В}}{0,005 \text{ А}} = 2400 \text{ Ом.}$$

$$R2 = \frac{U}{I} = \frac{2,5 \text{ В}}{0,005 \text{ А}} = 500 \text{ Ом.}$$

Следовательно сопротивление смещения получим

$$R1 = R - R_T - R2 = 2400 - 100 - 500 = 1800 \text{ Ом.}$$

Реализовать смещение целесообразно в узле являющимся ведущим в сети (мастер-устройством).

Возможно применение распределенной схемы смещения с размещением резисторов «подтяжки» в каждом узле. При этом суммарное сопротивление всех узлов рассчитывается аналогично.

Так же необходимо учитывать наличие резисторов «подтяжки» внутри подключаемого оборудования.

В блоке питания IPS-3-P-I-U-V «подтяжка» реализована следующим образом:

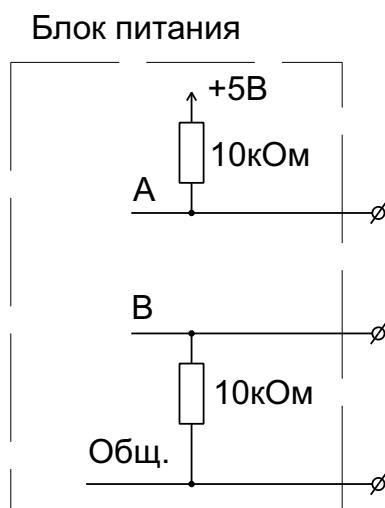


Рисунок 13. «Подтяжка» RS-485.

## Приложение Ж. Описание регистров устройства

Таблица 1. Описание регистров устройства

Адр.	Название	Описание	Диап.	Прог.
0	Регистр команд и состояний	Регистр для записи команд и чтения состояния блока в соответствии с таблицей 3		+
1	Состояние устройства	Номер сообщения о состоянии блока в соответствии с приложением Приложение И		-
2	Светодиоды	Состояние светодиодов индикации на передней панели.		-
3	Время для работы	Сторожевой таймер. Время работы блока до отключения выходных напряжений в миллисекундах. По умолчанию функция не активна. При записи в регистр какого либо числа каждую миллисекунду значение регистра уменьшается на единицу. Если до обнуления регистра не записано новое значение — автоматически формируется команда «СТОП» и выходные напряжения отключаются. После прохождения команды «СТОП» любым способом функция перестает быть активной.	0 - 65535	+
4	Код устройства	Идентификационный код типа блока питания в соответствии с таблицей 2		-
5	Версия программы	Номер версии таблицы регистров		-
6	Номер накала	Номер варианта подачи выходного напряжения накального канала на выходные клеммы.	1 - 4	+

Адр.	Название	Описание	Диап.	Прог.
7	Посл. I накала	Значение тока накала на момент последнего выключения накала. При значении параметра «0» функция отключена Изменяется с дискретностью 0,1 А.	(0 – $I_{Hmax}$ ) А	+
8	Номер процесса	Номер редактируемой (выполняемой) таблицы программируемых параметров <sup>4</sup> .	0 – 9	+
9	Уставка I анода	Заданное значение стабилизации тока анодного канала. Изменяется с дискретностью 0,1 А. Не может быть менее значения регистра «Уст. РРГ I анода»	( $I_{Amin}$ – $I_{Amax}$ ) А	+
10	Уставка U анода	Заданное значение стабилизации напряжения анодного канала. Изменяется с дискретностью 1 В.	( $U_{Amin}$ – $U_{Amax}$ ) В	+
11	Уставка P анода	Заданное значение стабилизации выходной мощности анодного канала. Изменяется с дискретностью 1 Вт.	(0,1 – $P_{Amax}$ ) кВт	+
12	Ток анода	Измеренное значение выходного тока анодного канала	(0 – $I_{Amax}$ ) А	–
13	Напряж. анода	Измеренное значение выходного напряжения анодного канала	(0 – $U_{Amax}$ ) В	–
14	Мощность анода	Измеренное значение выходной мощности анодного канала	(0 – $P_{Amax}$ ) кВт	–
15	Уст. I накала	Заданное значение стабилизации тока накального канала. Изменяется с дискретностью 0,1 А	( $I_{Hmin}$ – $I_{Hmax}$ ) А	+
16	Уст. U накала	Заданное значение стабилизации напряжения накального канала. Изменяется с дискретностью 0,1 В	( $U_{Hmin}$ – $U_{Hmax}$ ) А	+
17	Уст. P накала	Заданное значение ограничения мощности накального канала. Изменяется с дискретностью 1 Вт	( $P_{Hmin}$ – $P_{Hmax}$ ) А	+

<sup>4</sup> В блоке питания реализовано хранение заданных параметров в виде десяти таблиц для десяти различных технологических процессов. В каждой таблице хранится набор программируемых параметров из таблицы 1 с регистрами от «Уставка I анода» до «Измер. расход РРГ №3». Номер текущей (активной) таблицы определяется значением параметра «Номер процесса».

<b>Адр.</b>	<b>Название</b>	<b>Описание</b>	<b>Диап.</b>	<b>Прог.</b>
18	Ток накала	Измеренное действующее значение выходного тока накального канала	(0 - $I_{Hmax}$ ) А	-
19	Напряж. накала	Измеренное действующее значение выходного напряжения накального канала	(0 - $U_{Hmax}$ ) В	-
20	Мощность накала	Измеренное значение активной выходной мощности накального канала	(0 - $P_{Hmax}$ ) Вт	-
21	I замены накала	Граничное значение тока накала, при котором необходимо менять катод. Изменяется с дискретностью 0,1 А	( $I_{Hmin}$ - $I_{Hmax}$ ) А	+
22	Ток эмиссии	Измеренное значение тока эмиссии	(0 - 20,0) А	-
23	Iэмис. / Iанода	Заданное значение отношения тока эмиссии к току анода. При значении параметра «0,49» функция отключена	0,49 - 2,0	+
24	Уст. I смещения	Заданное значение стабилизации тока канала смещения (соленоида). Изменяется с дискретностью 0,01 А	( $I_{Cmin}$ - $I_{Cmax}$ ) А	+
25	Уст. U смещения	Заданное значение стабилизации напряжения канала смещения (соленоида). Изменяется с дискретностью 0,01 В	( $U_{Cmin}$ - $U_{Cmax}$ ) А	+
26	Ток смещения	Измеренное значение выходного тока канала смещения (соленоида).	(0 - $I_{Cmax}$ ) А	-
27	Напр. смещения	Измеренное значение выходного напряжения канала смещения (соленоида).	(0 - $U_{Cmax}$ ) А	-
28	ПИД эмиссии кП	Коэффициент пропорционального звена обратной связи по отношению Iэмис. / Iанода, либо по потенциалу плазмы	0,000 - 2,000	+
29	ПИД эмиссии кИ	Коэффициент интегрирующего звена обратной связи по отношению Iэмис. / Iанода, либо по потенциалу плазмы	0,0 - 200,0	+
30	ПИД эмиссии кД	Коэффициент дифференцирующего звена обратной связи по отношению Iэмис. / Iанода, либо по потенциалу плазмы	0,000 - 2,000	+

<b>Адр.</b>	<b>Название</b>	<b>Описание</b>	<b>Диап.</b>	<b>Прог.</b>
31	Фронт анода	Время нарастания выходных параметров анодного канала от нуля до заданных значений при включении выходного напряжения канала. Изменяется с дискретностью 0,1 сек.	(0,1 – 200,0) сек	+
32	Фронт накала	Время нарастания выходных параметров накального канала от нуля до заданных значений при включении выходного напряжения канала. Изменяется с дискретностью 0,1 сек.	(0,1 – 200,0) сек	+
33	Задержка анода	Время задержки на включение выходного напряжения анодного канала при автоматическом режиме включения. Выбор режима включения выходного напряжения анодного канала: 0 — ручное включение, не 0 — автоматическое с заданной задержкой. Изменяется с дискретностью 0,1 сек.	(0,1 – 200,0) сек	+
34	Откл. накала	Задержка отключения накала после команды «Стоп» 0 — функция отключена. Изменяется с дискретностью 1 сек.	(0 – 30000) сек	+
35	Уст.РРГ I анода	Заданное значение стабилизации анодного тока в режиме стабилизации при помощи РРГ №0. При значении параметра менее $I_{Amin}$ функция отключена. Не может быть более параметра «Уставка I анода». Изменяется с дискретностью 0,1 А.	(0 – $I_{Amax}$ ) А	+

<b>Адр.</b>	<b>Название</b>	<b>Описание</b>	<b>Диап.</b>	<b>Прог.</b>
36	Уст.РРГ У анода	Заданное значение стабилизации анодного напряжения в режиме стабилизации при помощи РРГ №0. При значении параметра менее $U_{Amin}$ функция отключена. Не может быть более параметра «Уставка U анода». Изменяется с дискретностью 0,1 В.	(0 – $U_{Amax}$ ) В	+
37	U плазмы	Измеренное значение потенциала плазмы.	(–25 – +10) В	–
38	Уст. U плазмы	Заданное значение потенциала плазмы. При значении –25,1 функция отключена	(–25 – +10) В	+
39	Задание газа 0	Заданное значение для РРГ №0	0,00 – 128,00%	+
40	Задание газа 1	Заданное значение для РРГ №1	0,00 – 128,00%	+
41	Задание газа 2	Заданное значение для РРГ №2	0,00 – 128,00%	+
42	Задание газа 3	Заданное значение для РРГ №3	0,00 – 128,00%	+
43	ПИД РРГ 0 кП	Коэффициент пропорционального звена для РРГ №0	0,000 – 2,000	+
44	ПИД РРГ 0 кИ	Коэффициент интегрирующего звена для РРГ №0	0,000 – 2,000	+
45	ПИД РРГ 0 кД	Коэффициент дифференциального звена для РРГ №0	0,000 – 2,000	+
46	РРГ 0 адрес	Адрес РРГ №0 в локальной сети блока питания и подключенных к нему РРГ	0 – 255	+
47	Серийный номер	Серийный номер РРГ №0		–
48	РРГ 0 Флаги 1	Параметры РРГ №0		–
49	РРГ 0 Флаги 2	Параметры РРГ №0		–
50	Заданный расход	Задание на расход, считанное с РРГ №0	0,00 – 128,00%	–
51	Измер. расход	Измеренное значение расхода, считанное с РРГ №0	0,00 – 128,00%	–

<b>Адр.</b>	<b>Название</b>	<b>Описание</b>	<b>Диап.</b>	<b>Прог.</b>
52	PPG 1 адрес	Адрес PPG №1 в локальной сети блока питания и подключенных к нему PPG	0 - 255	+
53	Серийный номер	Серийный номер PPG №1		-
54	PPG 1 Флаги 1	Параметры PPG №1		-
55	PPG 1 Флаги 2	Параметры PPG №1		-
56	Заданный расход	Задание на расход, считанное с PPG №1	0,00 - 128,00%	-
57	Измер. расход	Измеренное значение расхода, считанное с PPG №1	0,00 - 128,00%	-
58	PPG 2 адрес	Адрес PPG №2 в локальной сети блока питания и подключенных к нему PPG	0 - 255	+
59	Серийный номер	Серийный номер PPG №2		-
60	PPG 2 Флаги 1	Параметры PPG №2		-
61	PPG 2 Флаги 2	Параметры PPG №2		-
62	Заданный расход	Задание на расход, считанное с PPG №2	0,00 - 128,00%	-
63	Измер. расход	Измеренное значение расхода, считанное с PPG №2	0,00 - 128,00%	-
64	PPG 3 адрес	Адрес PPG №3 в локальной сети блока питания и подключенных к нему PPG	0 - 255	+
65	Серийный номер	Серийный номер PPG №3		-
66	PPG 3 Флаги 1	Параметры PPG №3		-
67	PPG 3 Флаги 2	Параметры PPG №3		-
68	Заданный расход	Задание на расход, считанное с PPG №3	0,00 - 128,00%	-
69	Измер. расход	Измеренное значение расхода, считанное с PPG №3	0,00 - 128,00%	-
70	Время накала	Счетчик времени работы накального канала, с возможностью обнуления. Изменяется с дискретностью 1 минута.	(0 - 650,0) час	+

<b>Адр.</b>	<b>Название</b>	<b>Описание</b>	<b>Диап.</b>	<b>Прог.</b>
71	Время работы	Время последнего цикла включения блока питания (от момента поступления команды на включение выходного напряжения до момента поступления команды на отключение).	(0,00 – 650,00) час	–
72	Menu language	Язык меню английский или русский.	«Engl.» (0), «Русс.» (1)	+
73	Тип интерфейса	Тип интерфейса по которому установлена связь с внешним управляющим устройством.	«Авто» (0), «RS-232» (1), «RS-485» (2)	+
74	Сетевой адрес	Адрес блока питания при использовании интерфейса RS-485	1 – 255	+
75	Скорость связи	Скорость приема/передачи RS-232/RS-485, автоматический выбор, либо выбор вручную из списка.	«Авто» (0), «115200» (1), «57600» (2), «38400» (3), «19200» (4), «9600» (5).	+
76	Паритет	Паритет	«Нет» (0), «Нечет.» (1), «Четный» (2)	+
77	Температура	Температура радиатора наиболее нагретого радиатора преобразователя	(0 – 70) °C	–
78	Флаги состояния	Флаги состояния в соответствии с таблицей 4.		–
79	Флаги сети	Флаги сети в соответствии с таблицей 5.		–

Адр.	Название	Описание	Диап.	Прог.
80	Макс.Z накала	Максимально допустимое полное сопротивление накала. 0 -сопротивление накала не контролируется.	(0 – 30,0) Ом	–
81	кОС интегральный	Постоянная времени интегрирующего звена обратной связи. Установленное изготовителем значение: кОС интегральный = 20. Увеличение значения параметра приводит к уменьшению скорости реакции системы. <b>ВНИМАНИЕ!</b> Чрезмерное увеличение скорости реакции может привести к возбуждению системы и появлению пульсаций выходного тока и напряжения. На индикаторе отображается интегрированное значение измеренных параметров, поэтому наличие нежелательных пульсаций рекомендуется определять при помощи осциллографа.	(0 – 127)	+
82	кОС пропорц.	Коэффициент пропорционального звена обратной связи. Установленное изготовителем значение: кОС пропорц. = 50. Увеличение значения параметра приводит к увеличению скорости реакции системы. <b>ВНИМАНИЕ!</b> Чрезмерное увеличение скорости реакции может привести к возбуждению системы и появлению пульсаций выходного тока и напряжения. На индикаторе отображается интегрированное значение измеренных параметров, поэтому наличие нежелательных пульсаций рекомендуется определять при помощи осциллографа.	0 – 127	+

<b>Адр.</b>	<b>Название</b>	<b>Описание</b>	<b>Диап.</b>	<b>Прог.</b>
83	Задержка Iэ/Іа	Задержка на переход в режим стабилизации по параметру «Іэмис. / Іанода» после каждого включения анодного напряжения при условии что режим стабилизации по параметру «Іэмис. / Іанода» включен.	(0 - 65535) сек	+

Где:

- Адр. — адрес регистра;
- Название — обозначение параметра;
- Описание — наименование параметра и его описание;
- Диап. — диапазон значений, отображаемых на экране и соответствующие им значения (для перечисляемых значений);
- Прог. — возможность программирования.

Таблица 2. Описание регистра «Код устройства»

<b>Значение</b>	<b>Описание</b>
0x_0	номинальное напряжение менее 250 В
0x_1	номинальное напряжение 300 В
0x_2	номинальное напряжение 400 В
0x_3	номинальное напряжение 500 В
0x_4	номинальное напряжение 600 В
0x_5	номинальное напряжение 700 В
0x_6	номинальное напряжение 800 В
0x_7	номинальное напряжение 900 В
0x_8	номинальное напряжение 1000 В
0x_A	номинальное напряжение 1500 В
0x_B	номинальное напряжение 2000 В
0x_C	номинальное напряжение 3000 В
0x_D	номинальное напряжение 3500 В
0x_E	номинальное напряжение 4000 В
0x_1_	блок питания униполярного магнетрона
0x_2_	блок питания источника ионов с анодным слоем
0x_3_	блок питания источника ионов с замкнутым дрейфом электронов и источников ионов типа «END HALL»
0x_4_	блок питания дуального магнетрона
0x_5_	блок питания смещения подложки
0x_6_	блок питания ускорителя с анодным слоем
0x_7_	блок питания электронно-лучевого испарителя
0x_8_	блок питания униполярного магнетрона с переключением на два выхода
0xY_	Версия блока питания
0x_Z_	Подверсия блока питания

Младшие четыре разряда младшего байта — номинальное выходное напряжение блока питания либо номинальное выходное напряжение канала с максимальным напряжением для блоков питания с несколькими каналами.

Старшие четыре разряда младшего байта — тип блока питания.

Старший байт — номер версии устройства, например 3.0 или 4.1 или другое.

Старшие 4 бита — первая цифра, младшие — вторая.

Таблица 3. Описание регистра «Регистр команд и состояний»

<b>Код</b>	<b>Описание</b>	<b>Тип</b>
<b>Общие состояния</b>		
769	«Сброс процессора» Прошла инициализация устройства после включения питания	Состояние
<b>Группа команд включения выходных напряжений</b>		
101	Разрешение выполнения команды «Старт»	Команда
10101	Разрешение выполнения команды «Старт» выполнено без ошибок	Подтверждение
1	«Старт»	Команда
10001	Команда «Старт» выполнена без ошибок	Подтверждение
10201	Команда «Старт» с клавиатуры выполнена без ошибок	Подтверждение
10301	Команда «Старт» с внешнего контакта выполнена без ошибок	Подтверждение
30101	Выполняется команда «Старт», шаг 1	Выполнение
30201	Выполняется команда «Старт», шаг 2	
30301	Выполняется команда «Старт», шаг 3	
30401	Выполняется команда «Старт», шаг 4	
30501	Выполняется команда «Старт», шаг 5	
30601	Выполняется команда «Старт», шаг 6	
30701	Выполняется команда «Старт», шаг 7	
30711	Выполняется команда «Старт», шаг 7.1	
30721	Выполняется команда «Старт», шаг 7.2	
30723	Выполняется команда «Старт», шаг 7.3	
30801	Выполняется команда «Старт», шаг 8	
30901	Выполняется команда «Старт», шаг 9	
40101	Ошибка выполнения команды «Старт», нет разрешения старта	Ошибка
40201	Ошибка выполнения команды «Старт», активен сигнал «Авария»	Ошибка
40301	Ошибка выполнения команды «Старт», напряжение источника питания собственных нужд ниже нормы	Ошибка
40401	Ошибка выполнения команды «Старт», высокая температура воздуха <sup>5</sup>	Ошибка

<b>Код</b>	<b>Описание</b>	<b>Тип</b>
40501,	Ошибка выполнения команды «Старт», высокая	Ошибка
40601,	температура узлов устройства <sup>5</sup>	
40701,		
41101		
41001	Ошибка выполнения команды «Старт», контакт блокировки отключен	Ошибка
41201	Ошибка выполнения команды «Старт», блок уже включен	Ошибка
41301	Ошибка выполнения команды «Старт», обрыв нити накала <sup>6</sup>	Ошибка
41501	Ошибка выполнения команды «Старт», обрыв заземления нагрузки	Ошибка
41601	Ошибка выполнения команды «Старт», нет связи с дисплеем блока	Ошибка
41701	Ошибка выполнения команды «Старт», нет подключенных преобразователей	Ошибка
41801	Ошибка выполнения команды «Старт», датчик RMS горячий <sup>7</sup>	Ошибка
41901,	Ошибка выполнения команды «Старт», проблемы со	Ошибка
42001,	связью между узлами внутри блока	
42101		
42201	Ошибка выполнения команды «Старт», пауза после выключения меньше 3 секунд	Ошибка
42301	Ошибка выполнения команды «Старт», проблемы с пуском преобразователя	Ошибка
42601	Ошибка выполнения команды «Старт», нет связи с АЦП контроля выходного напряжения устройства	Ошибка

**Группа команд отключения выходных напряжений**

2	«Стоп»	Команда
10002	Команда «Стоп» выполнена	Подтверждение
10102	Команда «Стоп» выполнена по нажатию кнопки «Стоп»	Подтверждение
10202	Команда «Стоп» выполнена по внешнему контакту	Подтверждение
10502	Команда «Стоп» выполнена после плавного отключения накала <sup>6</sup>	Подтверждение
10602	Команда «Стоп» выполнена для канала анода <sup>8</sup>	Подтверждение

<sup>6</sup>

При наличии в устройстве функции питания накала

<sup>7</sup>

При наличии датчика RMS в устройстве

<sup>8</sup>

При наличии в устройстве функции питания анода

<b>Код</b>	<b>Описание</b>	<b>Тип</b>
40202	Аварийный «Стоп» по сигналу "Авария"	Ошибка
40302	Аварийный «Стоп», напряжение источника питания собственных нужд ниже нормы	Ошибка
40402	Аварийный «Стоп», горячий воздух	Ошибка
40502, 40602, 40702, 41102	Аварийный «Стоп», перегрев узлов	Ошибка
40802	Аварийный «Стоп», сработал сторожевой таймер	Ошибка
41002	Аварийный «Стоп», сработал внешний блокировочный контакт	Ошибка
41302	Аварийный «Стоп», авария накала <sup>6</sup>	Ошибка
41402	Аварийный «Стоп», потеря внутренней синхронизации между узлами устройства	Ошибка
41502	Аварийный «Стоп», обрыв заземления нагрузки	Ошибка
41602, 41902, 42002, 42102	Аварийный «Стоп», ошибка связи между узлами устройства	Ошибка
41802	Аварийный «Стоп», большой ток RMS <sup>7</sup>	Ошибка
42202	Аварийный «Стоп», аварийный перезапуск преобразователя	Ошибка
42302	Аварийный «Стоп», напряжение нагрузки ниже нормы <sup>9</sup>	Ошибка
42602	Аварийный «Стоп», нет связи с АЦП контроля выходного напряжения устройства	Ошибка

**Группа команд сброса ошибок и срабатывания защит**

3	«Сброс ошибок» <sup>10</sup>	Команда
10003	Команда «Сброс ошибок» выполнена	Подтверждение
10103	Команда «Сброс ошибок» выполнена по нажатию кнопки «Стоп»	Подтверждение
40003	Команда «Сброс ошибок» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка

<sup>9</sup> Возможно короткое замыкание нагрузки  
<sup>10</sup> Только в режиме «Стоп»

Код	Описание	Тип
<b>Группа команд записи параметров в энергонезависимую память устройства</b>		
104	«Разрешить запись памяти»	Команда
10104	Запись памяти разрешена	Подтверждение
4	«Запись всей памяти» <sup>11</sup>	Команда
44	«Запись памяти уставок» <sup>12</sup>	Команда
10004	Память записана	Подтверждение
10044	Память записана	Подтверждение
40104	Ошибка записи памяти, нет разрешения записи	Ошибка
<b>Группа команд управления вентиляторами.</b>		
<b>Команды применяются для отладки канала связи с устройством.</b>		
10	«Включить вентилятор 1» <sup>10</sup>	Команда
10010	Вентилятор включен	Подтверждение
40010	Команда «Включить вентилятор 1» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка
11	«Отключить вентилятор 1» <sup>10</sup>	Команда
10011	Вентилятор отключен	Подтверждение
40011	Команда «Отключить вентилятор 1» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка
12	«Включить вентилятор 2» <sup>10</sup>	Команда
10012	Вентилятор включен	Подтверждение
40012	Команда «Включить вентилятор 2» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка
13	«Отключить вентилятор 2» <sup>10</sup>	Команда
10013	Вентилятор отключен	Подтверждение
40013	Команда «Отключить вентилятор 2» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка
14	«Включить вентилятор 3» <sup>13</sup>	Команда
10014	Вентилятор включен	Подтверждение
40014	Команда «Включить вентилятор 3» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка
15	«Отключить вентилятор 3» <sup>13</sup>	Команда
10015	Вентилятор отключен	Подтверждение

<sup>11</sup> Применяется при программировании блока у производителя<sup>12</sup> Применяется для записи текущих значений всех уставок в энергонезависимую память перед отключением питания устройства. Формируется автоматически при выходе из режима программирования параметра по нажатию кнопки «SEL».<sup>13</sup>

Только в режиме «Стоп». Кроме блоков питания, где отсутствует вентилятор №3

<b>Код</b>	<b>Описание</b>	<b>Тип</b>
40015	Команда «Отключить вентилятор 3» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка
16	«Включить вентилятор 4» <sup>14</sup>	Команда
10016	Вентилятор включен	Подтверждение
40016	Команда «Включить вентилятор 4» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка
17	«Отключить вентилятор 4» <sup>14</sup>	Команда
10017	Вентилятор отключен	Подтверждение
40017	Команда «Отключить вентилятор 4» не выполнена, устройство в режиме «Старт»	Ошибка

**Группа команд управления регуляторами расхода газа.**

**Команды применяются для отладки и проверки работоспособности регуляторов и канала связи устройства с регуляторами (при наличии функции управления РРГ в устройстве).**

121	«Разрешить задать адрес РРГ» <sup>10</sup>	Команда
10121	Команда «Разрешить задать адрес РРГ» выполнена	Подтверждение
21	«Задать адрес РРГ» <sup>10</sup>	Команда
10021	Адрес РРГ задан успешно	Подтверждение
30021	Выполняется поиск РРГ и задание адреса	Выполнение
40021	Ошибка команды «Задать адрес РРГ», устройство в режиме «Старт»	Ошибка
40121	Ошибка команды «Задать адрес РРГ», нет разрешения	Ошибка
40221	Ошибка команды «Задать адрес РРГ», устройство не найдено	Ошибка
22	«Разрешить работу РРГ» <sup>10</sup>	Команда
10022	РРГ включен	Подтверждение
40022	РРГ не включен, блок в режиме «Старт». РРГ управляются программно	Ошибка
23	Разрешить работу РРГ» <sup>10</sup>	Команда
10023	РРГ отключен	Подтверждение
40023	РРГ не отключен, блок в режиме «Старт». РРГ управляются программно	Ошибка

**Группа команд управления коммутатором.**

40	Произвести коммутацию в соответствии со значением регистра «Номер выхода» <sup>15</sup>	Команда
----	---	---------

<sup>14</sup>

Только в режиме «Стоп». Кроме блоков питания, где отсутствует вентилятор №4

<sup>15</sup>Блокируется при включенном выходном напряжении любого из подключенных к коммутатору блоков питания.

Код	Описание	Тип
10040	Команда прошла	Подтверждение
40040	Команда не прошла, на выход блока подано напряжение.	Ошибка
42440	Команда не прошла, хотя бы на один из входов коммутатора подано напряжение.	Ошибка
42540	Команда не прошла, напряжение питания коммутатора ниже нормы <sup>16</sup>	Ошибка

Где:

- Код — код команды, состояния;
- Описание — описание команды, состояния;
- Тип — тип команды или состояния устройства:
  1. Состояние — число, описывающее текущий статус устройства.
  2. Команда — команда блоку питания. При записи числа из колонки «Код» в регистр, блок питания выполнит команду, описанную в колонке «Описание».
  3. Подтверждение — подтверждение выполнения команды.
  4. Выполнение — отображает процесс выполнения команды.
  5. Ошибка — команда не выполнена, либо причина отключения выходных напряжений. Причина описана в колонке «Описание».

**ВНИМАНИЕ!** Возможно появление в регистре команд и состояний кода не описанного в данном руководстве по эксплуатации. Это коды служебной информации не влияющие на функционирование устройства и не предназначенные для использования при эксплуатации

**ВНИМАНИЕ!** На выполнение команды необходимо время от одной до трех миллисекунд. После выполнения команды процессор выдает подтверждение выполнения или причину невыполнения команды. Для избежания ошибок выполнения команд рекомендуем перед подачей следующей команды проверить результат выполнения предыдущей команды. В случае подачи команды до завершения предыдущей команда может быть потеряна.

**ВНИМАНИЕ!** Время коммутации реле занимает около 20 миллисекунд.

---

<sup>16</sup>Внешнее напряжение питания коммутатора ниже нормы. Конденсатор внутреннего источника питания коммутатора не успел зарядиться после предыдущей коммутации.

Таблица 4. Соответствие номера бита параметра «Флаги состояния» контролируемому параметру

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Значение</b>
0	Наличие выходного напряжения.	1 – Выходное напряжение хотя бы одного канала включено. 0 – Выходные напряжения отключены.
1	Максимальное выходное напряжение.	1 – Блок достиг максимального выходного напряжения. Стабилизация напряжения отключена. 0 – Выходное напряжение в норме.
2	Режим плавного увеличения (фронта) анодного напряжения.	1 – Режим включен. 0 – Режим не активен.
3	Режим плавного увеличения (фронта) напряжения накала.	1 – Режим включен. 0 – Режим не активен.
4	Входная сеть вне допустимого диапазона.	1 – входное напряжение не в норме. 0 – входное напряжение в норме.
5	Температура блока близка к критической.	1 – температура близка к критической. 0 – температура в норме.
6	РРГ включен.	1 – РРГ включен. 0 – РРГ отключен.
7	Блок находится в режиме включения выходных напряжений.	1 – Выходные напряжения включаются. 0 – Режим не активен.
8	Блок находится в режиме отключения выходных напряжений.	1 – Выходные напряжения отключаются. 0 – Режим не активен.
9	Цепь «Блокировка» разомкнута.	1 – Цепь «Блокировка» разомкнута, выходные напряжения принудительно отключены. 0 – Цепь «Блокировка» замкнута, блок работает нормально.
10	Предупреждение о необходимости замены катода.	1 – Сопротивление накала выше нормы. 0 – Накал в норме.

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Значение</b>
11	Выходной канал анода в режиме паузы.	1 – Анод выключен. 0 – Анод включен.
12	Перегрев узлов блока питания.	1 – Температура больше нормы. 0 – Температура в норме.
13	Аварийное отключение блока питания кроме описанных выше причин.	1 – Авария. 0 – Блок питания в норме.
14	Состояние заземления нагрузки.	1 — Заземление нарушено. 0 — заземление в норме.
15	Нарушена связь между внутренними блоками.	1 — связь между блоками нарушена, обратитесь к производителю. 0 — связь между блоками в норме.

Где:

- № — номер бита;
- Наименование — наименование параметра;
- Значение — значение бита.

Таблица 5. Соответствие номера бита параметра «Флаги сети» контролируемому параметру

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Значение</b>
0	Наличие связи с преобразователем анодного канала.	1 – Связь есть. 0 – Связь отсутствует.
1	Состояние преобразователя анодного канала.	1 – Преобразователь включен. 0 – Преобразователь отключен.
2	Предупреждение об отклонениях в работе преобразователя анодного канала.	1 – Предупреждение выдано. 0 – Нормальное состояние преобразователя.
3	Аварийное отключение преобразователя анодного канала.	1 – Преобразователь отключен. 0 – Нормальное состояние преобразователя.
4	Наличие связи с преобразователем накального канала.	1 – Связь есть. 0 – Связь отсутствует.
5	Состояние преобразователя накального канала.	1 – Преобразователь включен. 0 – Преобразователь отключен.
6	Предупреждение об отклонениях в работе преобразователя накального канала.	1 – Предупреждение выдано. 0 – Нормальное состояние преобразователя.
7	Аварийное отключение преобразователя накального канала.	1 – Преобразователь отключен. 0 – Нормальное состояние преобразователя.
8	Наличие связи с преобразователем канала смещения.	1 – Связь есть. 0 – Связь отсутствует.
9	Состояние преобразователя канала смещения.	1 – Преобразователь включен. 0 – Преобразователь отключен.
10	Предупреждение об отклонениях в работе преобразователя канала смещения.	1 – Предупреждение выдано. 0 – Нормальное состояние преобразователя.
11	Аварийное отключение преобразователя канала смещения.	1 – Преобразователь отключен. 0 – Нормальное состояние преобразователя.
12	Перегрузка преобразователя анодного канала.	1 – Преобразователь выдает максимальную (на текущую нагрузку) мощность. 0 – Есть запас по мощности преобразователя.

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Значение</b>
13	Перегрузка преобразователя накального канала.	1 — Преобразователь выдает максимальную (на текущую нагрузку) мощность. 0 — Есть запас по мощности преобразователя.
14	Ошибка количества преобразователей.	1 — Количество преобразователей больше допустимого. 0 — Количество в норме.
15	Обнаружен недопустимый преобразователь.	1 — Обнаружен преобразователь с недопустимым сетевым адресом, обратитесь к производителю. 0 — Параметры подключенных преобразователей в норме.

Где:

- № — номер бита;
- Наименование — наименование параметра;
- Значение — значение бита.

### **Приложение 3. Постраничный список отображаемых параметров блока питания**

Таблица 6. Постраничный список отображаемых параметров блока питания.

Наименование параметра	Прог.
<b>Страница №1 (параметры анодного канала)</b>	
Выходной ток	—
Заданный ток	+
Выходное напряжение	—
Заданное напряжение	+
Выходная мощность	—
Заданная мощность	+
<b>Страница №2 (параметры накального канала)</b>	
Выходной ток	—
Заданный ток	+
Выходное напряжение	—
Заданное напряжение	+
Выходная мощность	—
Заданная мощность	+
<b>Страница №3 (страница пользователя)</b>	
Шесть любых параметров из таблицы 1 приложения Приложение Ж	
<b>Страница №4 (страница пользователя)</b>	
Шесть параметров, идущих последовательно из таблицы 1 приложения Приложение Ж	
<b>Страница №5 (страница пользователя)</b>	
Любой программируемый параметр из таблицы 1 приложения Приложение Ж между «Уставка I анода» и «Напряжение смещения»	+
Любой непрограммируемый параметр из таблицы 1 приложения Приложение Ж между «Уставка I анода» и «Напряжение смещения»	—

Где Прог. — возможность программирования.

## Приложение И. Сообщения в строке состояния

Таблица 7. Соответствие сообщения в строке состояния режиму работы блока питания.

№	Обознач.	Описание
0	Готов	Блок питания готов к работе
1	Нажмите «Старт»	Требуется нажать кнопку «START» в режиме ручного включения выходного напряжения анодного канала (при значении параметра «Задержка анода» равном 0).
2	Перегрузка накала	Характеристики нагрузки канала не позволяют стабилизировать ни один из заданных параметров.
3	Перегрузка анода	Характеристики нагрузки канала не позволяют стабилизировать ни один из заданных параметров.
4	Зажигание разряда	Анодный канал работает в режиме близком к холостому ходу, выходное напряжение близко к максимальному рабочему напряжению канала.
5	Увеличение тока анода	Анодный канал плавно увеличивает выходные параметры в соответствии с заданной скоростью нарастания.
6	Разогрев накала	Накальный канал плавно увеличивает выходные параметры в соответствии с заданной скоростью нарастания.
7	Выключение накала	Анодное напряжение отключено, выходные параметры накального канала плавно уменьшаются до нулевых значений за время 5 секунд.
8	Накал готов к работе	Выходные параметры накального канала установлены. Канал готов к ручному включению выходного напряжения.
9	Задержка анода	Блок питания отрабатывает задержку на включение выходного напряжения анодного канала.
10	Запись адреса РРГ	Служебное сообщение.
11	Опасная температура <sup>17</sup>	Температура блока питания близка к критической
12	Плохая сеть питания <sup>17</sup>	Отсутствие одной из фаз или значительный перекос фаз.
13	Авария системы	Аварийное отключение выходных напряжений блока питания.

<sup>17</sup>

Сопровождается звуковым оповещением.

<b>№</b>	<b>Обознач.</b>	<b>Описание</b>
14	Авария накала <sup>17</sup>	Обрыв в цепи нагрузки накального канала. (сопротивление цепи более 10 Ом). Аварийное отключение выходных напряжений блока питания.
15	Перегрев источника	Температура блока питания выше нормы. Сработала защита по температуре. Аварийное отключение выходных напряжений блока питания.
16	Ошибка внутреннего канала связи	Аварийное отключение выходных напряжений блока питания.
17	Внешняя блокировка	Внешняя блокировка включения выходных напряжений блока не позволяет пройти команде «СТАРТ». Отключение выходных напряжений блока питания при срабатывании внешней блокировки.
18	Плавающая нагрузка	Аварийное отключение выходных напряжений блока питания. Не подключено заземление нагрузки хотя бы одного из каналов при условии, что блок заземлен.
19	Очистка катода	Суммарное время работы накала менее трех минут. Блокировано включение анодного напряжения.
20	Заменить катод <sup>17</sup>	Предупреждение. Текущее значение тока накала меньше значения параметра «I замены накала». Требуется замена катода.
21	Ошибка расхода газа <sup>17</sup>	Измеренное значение расхода газа хотя бы одним РРГ отличается от заданного более чем на 10% при включенном блоке питания.
22 - 37	накал «_» анод «_»	Режим работы накального канала и анодного канала: «I» — канал стабилизирует выходной ток, «U» — канал стабилизирует выходное напряжение, «P» — канал стабилизирует выходную мощность, «X» — канал не стабилизирует ни один из выходных параметров.

Где:

- № — номер сообщения о состоянии блока в соответствующем регистре (см. таблицу 1 приложения Приложение Ж);
- Обознач. — обозначение состояния;
- Описание — Описание состояния блока питания.

Текущие сообщения отображаются непрерывно.

Предупреждения периодически сменяют текущие сообщения.

Аварийные сообщения отображаются непрерывно, периодически меняя изображение на инверсное (темные символы на светлом фоне).‘

## **Приложение К. Перечень возможных отказов и рекомендации по устранению**

Таблица 8. Перечень возможных отказов и рекомендации по устранению.

<b>Описание последствий отказов и повреждений</b>	<b>Возможные причины</b>	<b>Указания по устранению</b>
Автоматический выключатель включен, но дисплей не включаются.	Не поступает напряжение сети.	Проверить наличие напряжения сети. Проверить исправность питающего кабеля. Проверить величину фазного напряжения.
При наличии напряжения сети дисплей не включаются.	Неисправен блок питания.	Обратиться к поставщику.
Блок питания не выдаёт ожидаемую мощность.	Короткое замыкание в нагрузке блока питания. Неисправна нагрузка.	Проверить состояние нагрузки.
	Наружено соединение блока питания с нагрузкой.	Проверить исправность и подключение выходного кабеля.
	Питающее напряжение меньше нормы.	Проверить величину фазного напряжения.
На дисплее индицируется состояние блока питания «Перегрев источника».	Плохие условия охлаждения блока питания.	Обеспечить лучшие условия охлаждения.

<b>Описание последствий отказов и повреждений</b>	<b>Возможные причины</b>	<b>Указания по устранению</b>
При нормальных условиях охлаждения блока питания после включения остывшего блока питания через короткое время блок питания отключается с индикацией состояния блока питания «Перегрев источника».	Неисправен блок питания.	Выбрать отображаемые параметры «Флаги состояния», «Флаги ошибок», «Флаги сети», записать их значения. Обратиться к поставщику, сообщить значения параметров «Флаги состояния», «Флаги ошибок», «Флаги сети» и условия в которых произошёл отказ.
На дисплее индицируется состояние блока питания «Авария системы».	Сработала защита при возникновении мощной импульсной помехи.	Проверить подключение заземления. Нажать кнопку «STOP».
Защита не сбрасывается, либо после сброса защиты срабатывает снова.	Неисправен блок питания.	Выбрать отображаемые параметры «Флаги состояния», «Флаги ошибок», «Флаги сети», записать их значения. Обратиться к поставщику, сообщить значения параметров «Флаги состояния», «Флаги ошибок», «Флаги сети» и условия в которых произошёл отказ.
Пульсации (мерцание) разряда.	Завышено значение параметра «кОС пропорц.» и занижено значение параметра «кОС интегральный».	Привести значения параметров в норму.