

ООО «ПЛАЗМАТЕХ»

# «ИВЭ-241S»

---

## **Блок питания потенциала смещения**

**Техническое описание и инструкция по эксплуатации  
ИВЭ2.241.000S ТО и ИЭ**

**МОСКВА  
-2013-**

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ.

1.1. Основная область применения - в составе вакуумно-технологического оборудования для обеспечения стабильных и управляемых процессов нанесения функциональных покрытий.

Блок питания «ИВЭ-241S» имеет отрицательную полярность выходного напряжения и предназначен для подачи «потенциала смещения» на карусель с изделиями при процессах очистки и нанесения покрытий, а также для питания стабилизированным напряжением или током магнетронов распыления. Блок имеет оптоизолированный интерфейс внешнего управления «RS-485».

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ.

2.1. Блок питания «ИВЭ-241S» предназначен для эксплуатации в составе лабораторного и промышленного оборудования при:

- температуре окружающего воздуха от +10 до +35°C;
- относительной влажности воздуха при +25°C до 80%;
- атмосферном давлении от 84 кПа до 106,7 кПа (от 630 мм.рт.ст. до 800 мм.рт.ст.);
- напряжение питающей однофазной сети 220В  $\pm_{15\%}^{10\%}$ , 48-62Гц.

2.2. Выходные параметры:

2.2.1. Выходная мощность, Вт*	от 20 до 1000
2.2.2. Выходное напряжение регулируемое, В	от -30 до -1350
2.2.3. Выходной ток регулируемый, мА*	от 25 до 1300
2.2.4. Нестабильность выходного напряжения, %, не более**	1,5
2.2.5. Нестабильность выходного тока и мощности, %, не более**	2
2.2.6. Частота коммутации, кГц	2-60
2.2.7. Максимальный пиковый ток дугозащиты регулируемый ступенчато, А	от 2 до 7
2.2.8. Уровень порога напряжения дугозащиты регулируемый ступенчато, В	от -4 до -95
2.2.9. КПД, не менее	0,83
2.3. Потребляемая электрическая мощность, не более, Вт	1250
2.4. Массогабаритные показатели:	
2.4.1. Масса, кг	13
2.4.2. Габаритные размеры, мм	482x415x140

\* - В пределах выходной ВАХ по п.8.4.4. настоящего ТО.

\*\* - В диапазоне изменения нагрузки от 20% до 100%.

## 3. КОМПЛЕКТНОСТЬ.

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Блок питания магнетрона распыления	ИВЭ2.241.000S	1	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	ИВЭ2.241.000S ТО и ИЭ	1	
Паспорт	ИВЭ2.241.000S ПС	1	
Консоль управления	ИВЭ5.141.110	1	
Вставка плавкая	ПК-6x30-2А	1	
Вставка плавкая	ПК-6x30-8А	2	
Вилка	2PM22КПН4ШЗВ1	1	
Розетка	2PM22КПН4ГЗВ1	1	
Разъем управления	ДВ-25М	1	С кожухом

## 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ.

### 4.1. Принцип действия.

4.1.1. Блок «ИВЭ-241S» представляет собой источник вторичного электропитания с бестрансформаторным сетевым входом, работающим на частоте преобразования 45÷55кГц. Блок основан на транзисторной конверторной ячейке, питаемой сетью от однофазного помехоподавляющего сетевого фильтра («МСФ») и регулируемой посредством модуля управления («МУ»). Регулирование и стабилизация выходных параметров осуществляется по принципу

широотно-импульсной модуляции. Преобразование напряжения осуществляется посредством одного модуля конвертора («МК») мощностью 1кВт. Вход «МК» подключён к выходу модуля корректора коэффициента мощности («МКМ»), на который возложена функция корректора формы потребляемого тока, что позволяет брать из питающей сети практически синусоидальный ток. Для уменьшения электромагнитных помех, передаваемых в питающую сеть, «МКМ» подключён к ней через «МСФ». Выход «МК» блока выводится к нагрузке через модуль ключа-коммутатора («МКК») на выходной разъём «2РМ22БПН4Г3В1». Максимальное выходное напряжение «МК» -1350В. Выходное напряжение (цепи) блока изолировано(ы) от его корпуса.

4.1.2. Формирование алгоритмов и обработка сигналов управления осуществляется в «МУ», а их сопряжение с внешним интерфейсом осуществляется модулем сопряжения сигналов («МСС»).

4.1.3. Преобразование постоянного напряжения -650В в пульсирующее однополярное напряжение с одновременной быстродействующей защитой, разрывающей цепь питания нагрузки от «МК» менее чем за 2мкс, выполняет «МКК».

4.1.4. Установленный в блоке модуль управления вентилятором «МУВПР» поддерживает постоянный тепловой режим «МК» управляя вращением вентиляторов и увеличивая ресурс их работы.

4.1.5. Блок имеет 3,5-разрядные цифровые узлы индикации («УИ») выходных и опорных (задаваемых) параметров: тока, напряжения, мощности, частоты и их регулирование с консоли управления («КУ») или от внешнего управления по интерфейсу «RS-485», а также светодиодную индикацию всех режимов работы и, соответственно, их выбор с «КУ» или от интерфейса.

## **4.2. Работа блока в целом.**

4.2.1. Блок «ИВЭ-241S» подсоединяется через сетевой разъем к однофазной сети переменного тока. Сетевое напряжение ~220В поступает через сетевой кабель на «МСФ», где стоят предохранители, защищающие сеть от КЗ в блоке. Фазное напряжение через предохранитель 2А поступает на оптореле «МСФ» и на модуль дежурного питания («МДП»), расположенный на кроссплате блока и вырабатывающий напряжения  $\pm 5В$ , необходимые для работы «МСС» и «МСФ».

4.2.2. Информация о состоянии выходных и опорных параметрах блока (напряжение, ток, мощность, частота) отображаются на двух индикационных табло, представляющих собой «УИ», а состояние режимов работы – на светодиодной панели индикации («ПИ»). Включение блока осуществляется либо вручную с «КУ», либо с разъёма «Внешнее управление» по цифровому интерфейсу «RS-485».

4.2.3. Управляющие и информационные сигналы, идущие от разъёма «Внешнее управление» к «УИ», «МУ», «КУ», и остальным модулям блока, преобразуются и гальванически развязываются в «МСС».

4.2.4. При поступлении из «МСС» сигнала DEL на включение блока происходит отпирание оптореле в «МСФ» и напряжение постоянного тока +300В с него подаётся на входы источников сервисного питания модулей «МКМ», «МКК» и «МК», а напряжение ~220В поступает на «МУВПР» для питания вентиляторов. Узел сервисного питания «МКМ» из постоянного напряжения +300В вырабатывает напряжение +5В и  $\pm 15В$ , которые поступают как в сам модуль, так и в модули «УИ», «МСС», «МУ», «МУВПР», «МКК» и на «КУ». О работоспособности узла сервисного питания «МКМ» сигнализирует свечение семисегментных светодиодов «УИ».

4.2.5. Формирование алгоритмов и обработка сигналов управления в блоке осуществляет «МУ». «МУ» вырабатывает сигналы о величине выходного напряжения и тока, которые поступают в «МСС», и сигналы управления на модули «МК» и в «МКК».

4.2.6. При поступлении из «МСС» сигнала на включение выходного напряжения замыкается магнитный пускатель в «МСФ», подключающий питающую сеть на вход «МКМ», а на «МК» из «МУ» поступает разрешающий их работу аналоговый сигнал управления «СОД». Поступившее на вход «МКМ» силовое переменное напряжение 220В, преобразуется в нём в стабилизированное постоянное +400В, и далее поступает на входы «МК» для их питания. «МСФ» подавляет частотные помехи посредством «п»-образного сетевого заградительного фильтра. В «МСФ» также имеется узел защиты от превышения напряжения сети выше нормы. Если напряжение сети увеличивается на 15% от номинального, то происходит блокировка включения выходных напряжений блока, если напряжение сети увеличивается на 20% от номинального, то происходит блокировка включения блока (индикаторы на «УИ» не светятся).

4.2.7. Стабилизация напряжения, тока и мощности при изменениях напряжения питающей сети, нагрузки и температуры окружающей среды, осуществляется посредством охвата «МК» отрицательной обратной связью («ООС») по принципу широко-импульсной модуляции с

использованием трёхканального пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора («ПИД-регулятора»), находящегося в «МУ» и, как указывалось выше, вырабатывающего управляющий сигнал «COD».

4.2.8. Выходное напряжение с «МК» поступает на «МКК», который может преобразовывать его в однополярное пульсирующее напряжение с частотой до 60кГц и одновременно выполняет функцию «дугозащиты», отключая кратковременно нагрузку от «МК». Далее оно поступает датчик тока и затем идёт на выходной разъём «ВЫХОД 1,5КВ». В зависимости от уровня сигнала управления «COD», поступающего из «МУ», мощность «МК» изменяется от 0 до 1000Вт при номинальном переменном сетевом напряжении. В «МУ» стоят три схемы сравнения, которые сравнивают опорный сигнал с «МСС» с сигналами обратной связи и выдают сигналы рассогласования поступающие на три «ПИД-регулятора». Выходные сигналы «ПИД-регуляторов» суммируются, и образуют управляющий сигнал «COD». Таким образом, осуществляется регулировка выходного напряжения, выходного тока и выходной мощности. При переходе блока в режим стабилизации одного из параметров «U», «J», «P» загорается соответствующий светодиод на «ПИ». При несогласованности импеданса нагрузки выставленным параметрам ни один из светодиодов «U», «J», «P» не светится.

4.2.9. В «МК» установлены соответствующие защиты. Их перегрев ведет к отключению и загоранию красного светодиода на соответствующем «МК» и загоранию светодиода «DKP» на «ПИ» блока. В «МК» установлена защита от перенапряжения по выходу. Если напряжение на выходе «МК» превышает 700В, то он выключится, и загорится красный светодиод, и также загорится светодиод «DKP» на «ПИ». К сожалению, отличить перегрев от перенапряжения на максимальном выходном напряжении невозможно, поэтому работать при выходном напряжении более 1350В не рекомендуется, во избежание повышенных пульсаций на выходе, что может привести к выходу из строя конденсаторов в «МК».

4.2.10. Все необходимые команды и регулировки вырабатываются в «МСС», который также является дешифратором команд с «КУ» и разъема «Внешнее управление» - т.е. от интерфейса «RS-485».

4.2.11. Превышение сетевого напряжения на 15% вызовет загорание светодиода «DES» при не горящем светодиоде «DEP» на «ПИ» и срабатывание оптореле в «МСФ», что приведет к выключению выходного напряжения. Превышение сетевого напряжения на +20% вызовет отключение блока «по сети» и невозможность его включения, пока питающее напряжение не будет в норме.

### 4.3. Конструкция блока.

Блок выполнен в конструктиве «Евромеханика», высотой 3U (см. рис.1, 2). На основании закреплена кросс-плата, которая осуществляет коммутацию сигналов между модулями посредством установленных на ней «SLOT»-разъёмов. Это обеспечивает быстрый съём и установку модулей в блок. Расположение модулей в блоке показано на рис.3.

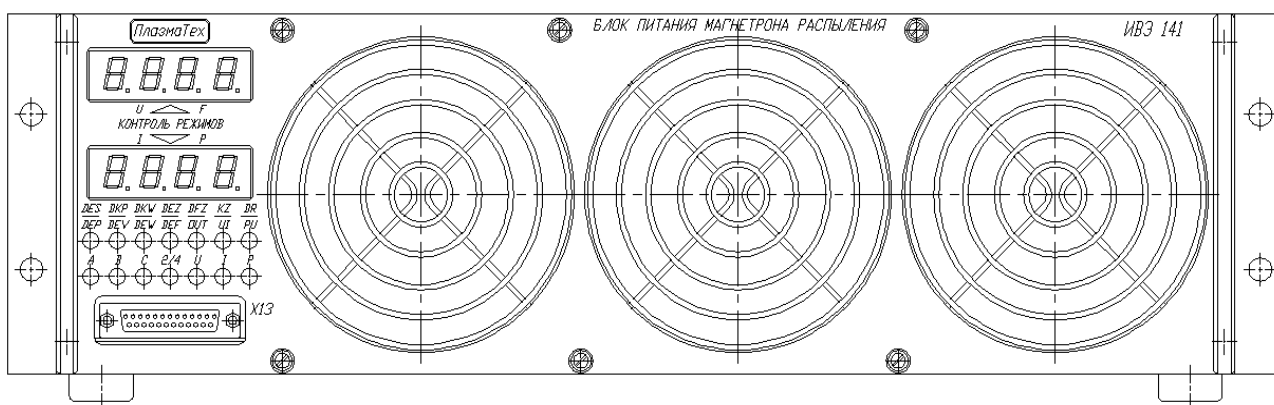


Рис.1. Внешний вид блока «ИВЭ-241S» без «КУ».

Отличительной, конструктивной особенностью всех модулей, в том числе и «силовых», является их исполнение на одной несущей печатной плате с коммутационными разъемами типа «SLOT», с помощью которых они соединяются с кросс – платами каркаса. Любой модуль системы является полностью функционально и конструктивно законченным изделием, имеющим ряд модификаций (исполнений), однако «межмодульные» сигналы питания и управления, их вид и

уровни определены однозначно для всех модулей, т. е. унифицированы, что обеспечивает их взаимозаменяемость. Настройка модулей проводится на специализированных стендах предприятия-изготовителя.

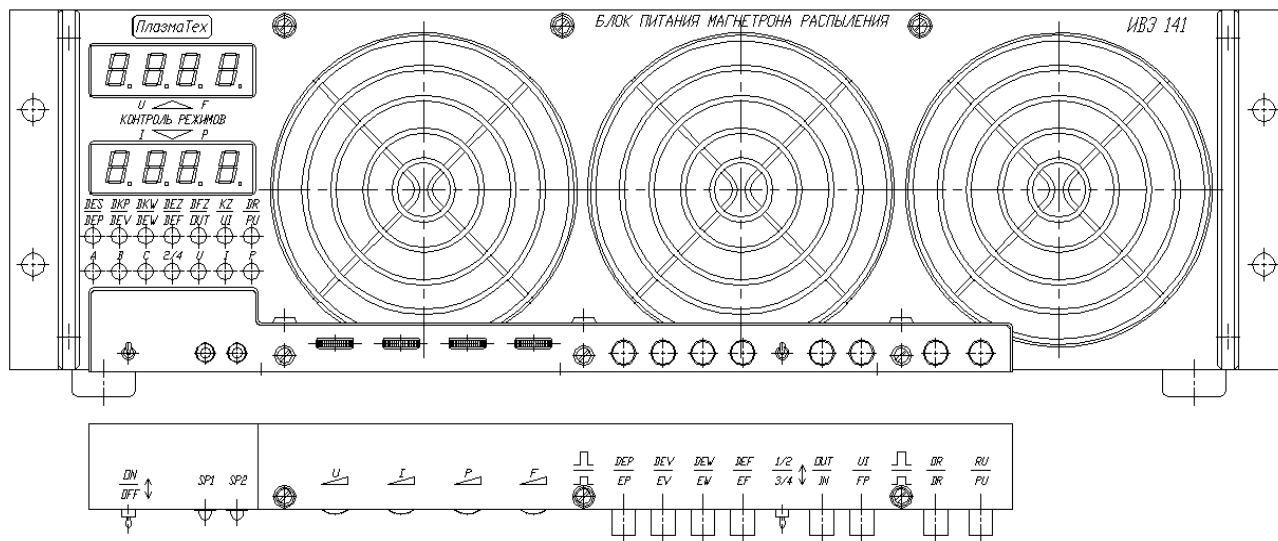


Рис.2. Внешний вид блока «ИВЭ-241S» с установленной «КУ» и вид «КУ».

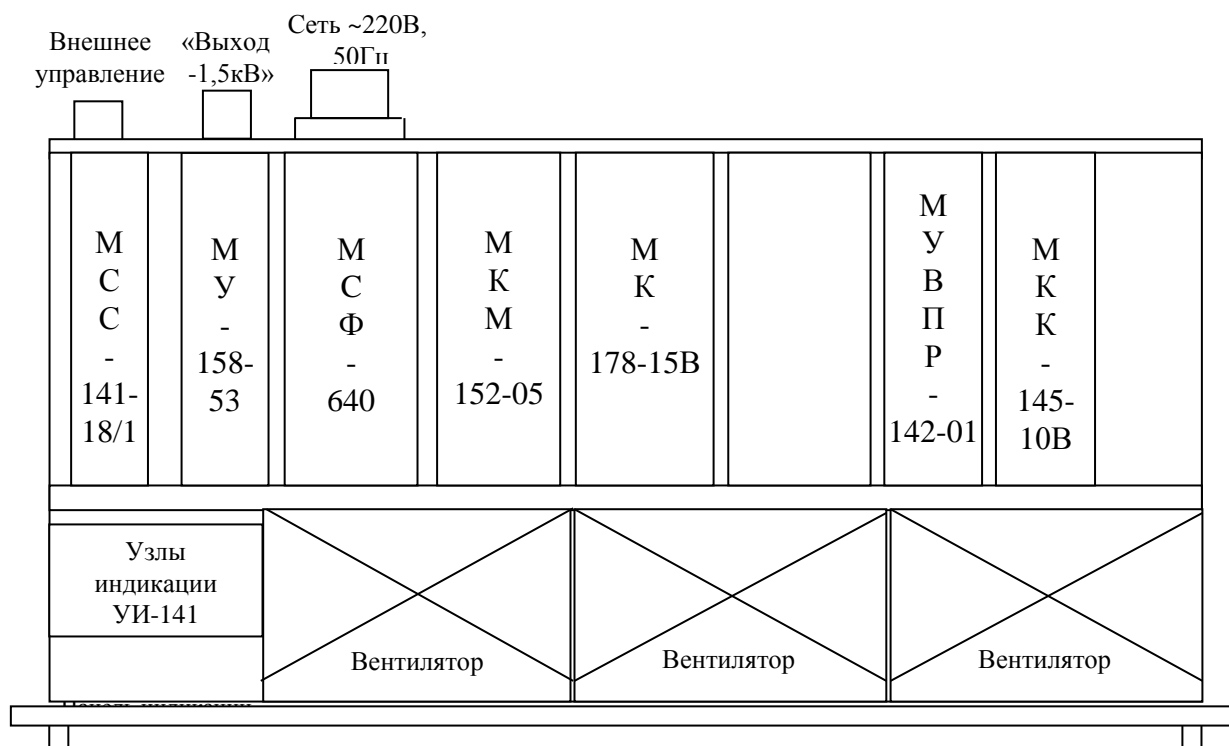


Рис.3. Расположение модулей в блоке «ИВЭ-241S»

Малые масса модулей (до 1,6кг) и габариты (290×126×54мм), позволяют осуществлять пересылку ремонтных или запасных модулей экспресс-почтой, что гарантирует бесперебойность в работе системы у отдаленных от изготовителя эксплуатационников блока.

## 5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.

5.1. По степени защиты от поражения электрическим током блок относится к классу 1.

5.2. К работе с блоком допускаются лица, знающие правила техники безопасности при работе с напряжением свыше 1000В и изучившие настоящее описание.

5.3. Перед включением блока в сеть необходимо заземлить зажим защитного заземления, обозначенный символом  $\perp$ .

5.4. Запрещается снимать и надевать выходной разъём при включенном выходном напряжении и сетевой разъём при подключенном кабеле к питающей сети.

5.5. Запрещается подавать на «плюсовой» выход (Конт.2, цепь «+U+» разъёма «Выход») потенциал более  $\pm 300\text{В}$  относительно корпуса.

## 6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

6.1. Распаковав блок, необходимо произвести внешний осмотр и убедиться в отсутствии внешних повреждений, проверить комплектность блока согласно табл.1 паспорта.

6.2. Проверить чистоту разъёмов, не допускать загрязнения штырей и гнёзд.

6.3. Не допускать эксплуатацию блока в запылённых помещениях, имеющих электропроводящую пыль. Не допускать попадания во входные и выходные вентиляционные отверстия любых предметов,

**ВНИМАНИЕ!** Попадание внутрь блока электропроводящих предметов (материалов, веществ) приводит к внутриблочным коротким замыканиям и к потере работоспособности изделия.

6.4. Не допускается располагать посторонние предметы ближе 0,1м от передних и задних вентиляционных отверстий.

6.5. Проверить наличие и исправность элементов питания в пульте управления.

## 7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.

7.1. Перед началом работы внимательно изучите настоящее техническое описание (ТО) и ознакомьтесь с назначением и расположением органов управления и индикации на самом блоке и на «КУ», пользуясь вышеприведёнными рис.1,2 или самим изделием, а также нижеприведённой расшифровкой их названий.

«Отжатое» состояние кнопок управления на «КУ» соответствует режимам блока, названия которых нанесены на одной линии с видом «высокой кнопки», а «нажатое» - соответственно на линии с видом «низкой кнопки». В подтверждении «отжатого» состояния кнопок и, соответственно выбранного режима работы, свидетельствует зелёное свечение двухцветных светодиодов-индикаторов, расположенных на «ПИ» блока. Исключением являются кнопки «OR/DR», «RU/PU» и светодиод «DR/PU», который не светится при отжатой кнопке. Наименования зелёных светодиодов-индикаторов нанесены над ними в знаменателе (под чертой) дробного их обозначения. В «нажатом» состоянии кнопок вышеуказанные светодиоды должны не светиться за исключением двухцветного светодиода «DR/PU», который будет светиться красным и зелёным цветом. Наименования красных светодиодов-индикаторов нанесены над ними в числителе (над чертой) дробного их обозначения, а наименования одноцветных светодиодов-индикаторов – «А», «В», «С», «U», «I», «P», «SP1» и «SP2» также над ними.

Для тумблеров положению их рычажков вверх («верхнее» положение), соответствует режимам системы, названия которых нанесены в числителе (над чертой) их дробного обозначения. Положению рычажками вниз («нижнее» положение) - соответственно в знаменателе (под чертой).

Наименования и функциональное назначение тумблеров, кнопок, светодиодов, индикаторов и ручек на «КУ» и на самом блоке «ИБЭ-241S» следующие:

- тумблер «ON/OFF» - включение/выключение блока «по сети». Его верхнее положение соответствуют включению блока «по сети», а среднее и нижнее положения – выключению. Следует для дальнейшей работы учесть, что его «среднее» положение соответствует команде выключению блока «по сети» при условии отсутствия команды включения блока «по сети» с внешнего интерфейса, то есть оно не запрещает включить блок с «RS-485». Его же «нижнее» положение в любом случае даёт превалирующую команду на выключение блока «по сети» и является «блокировочным положением» на включение.

- тумблер «1/2-3/4» - переключение режимов работы внутреннего генератора. Его верхнее положение соответствуют работе внутреннего генератора в режиме формирования импульсов с изменяемой скважностью и фиксированной длительностью паузы между ними в модификациях блока с двуполярным выходным напряжением и полумостовым выходом с двумя «МКК». Его среднее положение соответствуют работе внутреннего генератора в режиме формирования импульсов с изменяемой скважностью и фиксированной длительностью паузы между ними. Нижнее

положение тумблера, соответствуют работе внутреннего генератора в режиме «искаженного (несимметричного) меандра». В данном исполнении блока верхнее и среднее положения этого тумблера идентичны.

- кнопка «DEP/EP» - выключение/включение блока «по выходному напряжению», а точнее включение/выключение «МК». «Отжата» - «DEP» - выключен «МК», и «нажата» - «EP» - включён «МК».

- кнопка «DEV/EV» - выключение/включение «МУВПР» на выходное напряжение «поджога» магнетронного разряда. В данном исполнении блока она не используется.

- кнопка «DEW/EW» - выключение/включение блока «по выходному напряжению», а точнее включение/выключение «МКК». «Отжата» - «DEW» - выключен «МКК» (то есть находится в не проводящем ток состоянии), и «нажата» - «EW» - включён «МКК» (то есть находится в проводящем ток состоянии)

- кнопка «DEF/EF» - выключение/включение внутреннего задающего генератора блока.

- кнопки «OUT/IN» - переключение входов 3,5-разрядных индикаторов «УИ» блока. «Отжата» - «OUT» - входы индикаторов подключены к цепям измерения выходных параметров блока. «Нажата» - «IN» - входы индикаторов подключены к цепям измерения опорных, то есть задаваемых параметров в блоке.

- кнопки «UI/FP» - переключение входов 3,5-разрядных индикаторов «УИ» блока. «Отжата» - «UI» - входы индикаторов подключены к цепям измерения напряжения и тока в блоке. «Нажата» - входы индикаторов подключены к цепям измерения частоты импульсов и мощности в блоке.

- кнопка «OR/DR» - переключение блока из независимого однополярного режима работы в «дуальный» режим от внешнего задающего генератора типа «УЗГ-156», синхронный для двух блоков. «Отжата» - «OR» - включён однополярный режим работы одного или пары блоков. «Нажата» - «DR» - включён дуальный режим пары блоков. В данном исполнении блока она не используется.

- кнопка «RU/PU» - переключение блока из «ручного» управления на управление по интерфейсу «RS-485». «Отжата» - «OR» - «ручное» управление. «Нажата» - «PU» - внешнее управление. Следует для дальнейшей работы учесть, что при переключении с «ручного» на внешнее управление, происходит лишь переключение цепей блока по которым передаются в «МУ» опорные (задающие) параметры напряжения, тока, мощности и частоты импульсов, либо от потенциометров «U», «I», «P», «F», расположенных на «КУ», либо раскодированные с разъёма «Внешнее управление» по интерфейсу «RS-485».

**ВНИМАНИЕ!** В блоке применено приоритетное логическое «ИЛИ» по командам «OFF», «DEP», «DEV», «DEW», «DEF», «IN», «FP», «DR» и «PU» при их выполнении одновременно с органов ручного управления и с внешнего управления. К примеру: если с «ручного» управления установлена команда «DEP», то выполнить при этом команду «EP» с внешнего управления невозможно, и аналогично наоборот - если с внешнего управления установлена команда «DEP», то выполнить при этом команду «EP» с «ручного» управления невозможно.

- регулятор (потенциометр) «U» - регулировка опорных (задаваемых) значений выходного напряжения блока.

- регулятор (потенциометр) «I» - регулировка опорных (задаваемых) значений выходного тока блока.

- регулятор (потенциометр) «P» - регулировка опорных (задаваемых) значений выходной мощности блока.

- регулятор (потенциометр) «F» - регулировка опорных (задаваемых) значений частоты повторения импульсов в однополярном режиме работы блока.

- светодиоды «А», «В», «С» - зелёное свечение – наличие питающего напряжения на фазах сети. Отсутствие свечения – отсутствие сетевого напряжения. Для данного исполнения блока используется только светодиод «А».

- светодиод «U» - зелёное свечение – режим стабилизации по напряжению в блоке. Отсутствие свечения – отсутствие стабилизации.

- светодиод «I» - зелёное свечение – режим стабилизации по току в блоке. Отсутствие свечения – отсутствие стабилизации.

- светодиод «P» - зелёное свечение – режим стабилизации по мощности в блоке. Отсутствие свечения – отсутствие стабилизации.

- светодиод «SP1» - зелёное свечение – наличие работы «МДП» блока. Отсутствие свечения – отсутствие работы в силу отсутствия сетевого питающего напряжения или в связи с потерей его работоспособности.

- светодиод «SP2» - зелёное свечение – наличие работы «УСП» в «МКК». Отсутствие свечения – отсутствие работы в силу отсутствия включения блок «по сети» или в связи с потерей его работоспособности.

- светодиод «DES/DEP» - красное свечение – подтверждение выключенного состояния «МК» в блоке обусловленное штатной командой «DEP» или, при отсутствии таковой, вследствие наличия перенапряжения в питающей сети. Отсутствие красного свечения – отсутствие команды «DEP» и перенапряжения в питающей сети, то есть подтверждение команды «EP» и включенного состояния «МК». Зелёное свечение – подтверждение выключенного состояния блока «по выходному напряжению», а точнее выключенного состояния «МК». Отсутствие зелёного свечения – «МК» включены при отсутствии красного свечения этого же светодиода.

- светодиод «DKP/DEV» - красное постоянное во времени свечение – перегрет и (или) не работает один или несколько «МК» в блоке. Отсутствие красного свечения – отсутствие перегрева. Пульсирующее свечение (подмаргивание) светодиода свидетельствует о наличии перенапряжения на выходах «МК». Отсутствие пульсирующего красного свечения – отсутствие перенапряжения на выходах «МК». Зелёное свечение – подтверждение выключенного состояния «МУВПР». Отсутствие зелёного свечения – подтверждение включения «МУВПР» и в данном исполнении блока оно не несёт какой либо информации.

- светодиод «DKW/DEW» - красное свечение – перегреты силовые коммутационные транзисторы в «МКК» и он заблокирован или не работает в связи с неисправностью в нём. Отсутствие красного свечения – отсутствие перегрева или неисправности. Зелёное свечение – подтверждение выключенного состояния блока «по выходному напряжению», а точнее выключенного состояния «МКК» в нём. Отсутствие зелёного свечения – разрешено включение «МКК», то есть он может находиться в проводящем ток состоянии при выполнении команды «EP».

- светодиод «DEZ/DEF» - красное постоянное свечение – перегреты ограничительные диоды в «МКК» и он заблокирован. Красное почти постоянное или пульсирующее свечение – режим «дугозащиты» по «превышению импульсного тока» на выходе блока, как реакция на возникающие в нагрузке «микродуги». Красное свечение этого светодиода может варьироваться от редких вспышек до постоянного свечения, что свидетельствует о частоте срабатывания «дугозащиты по превышению тока». Отсутствие красного свечения – отсутствие перегрева и «микродуг». Зелёное свечение – подтверждение выключенного состояния внутреннего задающего генератора блока. Отсутствие зелёного свечения – разрешение работы внутреннего генератора.

- светодиод «DFZ/OUT» - красное почти постоянное или пульсирующее свечение – режим «дугозащиты» по «провалу напряжения» в каналах системы, как реакция на возникающие в нагрузке «микродуги». Отсутствие красного свечения – отсутствие «микродуг». Красное свечение этого светодиода может варьироваться от редких вспышек до постоянного свечения, что свидетельствует о частоте срабатывания «дугозащиты». Зелёное свечение – подтверждение подключения входов 3,5-разрядных индикаторов «УИ» блока к цепям измерения выходных параметров. Отсутствие зелёного свечения – входы 3,5-разрядных индикаторов подключены к цепям измерения опорных, то есть задаваемых параметров в блоке.

- светодиод «KZ/UI» - красное свечение – наличие «короткого замыкания» в нагрузке блока. Отсутствие красного свечения – отсутствие «короткого замыкания». Зелёное свечение – подтверждение подключения входов 3,5-разрядных индикаторов «УИ» блока к цепям измерения напряжения и тока. Отсутствие зелёного свечения – входы 3,5-разрядных индикаторов подключены к цепям измерения частоты импульсов и мощности блока.

- светодиод «DR/PU» - красное свечение – подтверждение выключенного состояния блока в синхронном «дуальном» режиме работы от внешнего генератора типа «УЗГ-156». В данном исполнении блока он не несёт какой либо информации. Отсутствие красного свечения – однополярный режим работы блока. Зелёное свечение – подтверждение режима управления от внешнего интерфейса «RS-485» каналов системы. Отсутствие зеленого свечения – режим «ручного» управления.

- светодиод «2/4» - красное свечение – подтверждение работы внутреннего генератора в режиме формирования импульсов с изменяемой скважностью и фиксированной длительностью паузы между ними в модификациях блока с двуполярным выходным напряжением и полумостовым выходом с двумя «МКК». Зелёное свечение – режим «несимметричного меандра» внутреннего задающего генератора блока. Отсутствие любого свечения – режим работы внутреннего генератора формирования импульсов с изменяемой скважностью и фиксированной длительностью паузы между



ними. Наличие одновременного красного и зелёного свечения свидетельствует о режиме работы внутреннего задающего генератора блока в режиме «меандра».

- верхний светодиодный семисегментный 3,5-разрядный индикатор «U↑F контроль режимов» - его свечение является подтверждением включения блока «по сети» и он отображает показания выходного и(или) опорного напряжения блока и(или) частоты импульсов внутреннего генератора и(или) срабатывания дугозащиты блока.

- нижний светодиодный семисегментный 3,5-разрядный индикатор «контроль режимов ICP» - его свечение является подтверждением включения блока «по сети» и он отображает показания выходного и(или) опорного тока и(или) мощности блока.

7.2. Перед включением блока необходимо сделать следующее:

- заземлить корпус прибора;  
- установите на блок «КУ», предварительно вывернув три нижних винта с передней панели блока, и закрепив её на ней тремя винтами М3х40;

- переведите тумблера на «КУ» в среднее положение, кнопки – в отжатое состояние, а регуляторы «U», «I», «P», «F» в крайние левые положения;

- изготовьте и установите на разъём «Внешнее управление» технологическую заглушку соединяющую цепи «0VSD» и «DELS» пользуясь указанной в настоящем ТО его цоколёвкой;

- подсоедините сетевой, выходной и управляющий кабели наименьшей необходимой длины, учитывая приведённую в настоящем ТО цоколёвку их разъёмов, сначала к блоку, а затем к нагрузке, управляющему устройству и к сети;

**ВНИМАНИЕ!** Плюсовой вывод источника выведен на 2-ой контакт выходного разъёма, а отрицательный – на 3-ий контакт выходного разъёма. Выходной кабель должен изготавливаться из коаксиального кабеля типа RG-213, РК50-7 с сечением центральной жилы не менее 0,5кв.мм. длиной до 5м.

**ВНИМАНИЕ!** Нейтраль сети должна подводиться на 3-ий контакт сетевого разъёма, фаза – на 2-ой контакт, а цепь защитного заземления на четвёртый. Не допускается иное подключение, так как это приводит к потере работоспособности блока! Сетевой кабель должен изготавливаться из кабеля типа ПВС3х1,5 с не лимитированной длиной.

7.3. Если хранение и транспортировка прибора производились в условиях, отличающихся от рабочих, то перед работой необходимо выдержать его в рабочих условиях не менее 1 ч.

## 8. ПОРЯДОК РАБОТЫ ОТ ОРГАНОВ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ И «ЦИФРОВОЙ TTL-ШИНЫ»

8.1. Включите питающую сеть и на «ПИ» блока должны засветиться светодиоды «А» и «DES/DEP», а на «КУ» - светодиод «SP1».

8.2. Включите блок «по сети» переведя на «КУ» тумблер «ON/OFF» в верхнее положение. На «ПИ» блока должны засветиться зелёные светодиоды «DEP», «DEV», «DEW», «DEF», «OUT», «UI», «U», «I», «P», верхний и нижний семисегментные индикаторы, а на «КУ» - «SP2», что свидетельствует о его включении «по сети».

8.3. Прогрейте блок в течение 5 мин.

8.4. Блок питания может работать в следующих трёх режимах стабилизации выходных параметров: - **напряжения**, - **тока**, - **мощности**, в которых могут использоваться несколько частотных режимов, а именно:

- **дугозащиты на постоянном токе**,
- **частотной коммутации и дугозащиты с фиксированной паузой**,
- **частотной коммутации и дугозащиты с постоянной скважностью (меандр)**,
- **частотной коммутации и дугозащиты с частотой от внешнего генератора**,

8.4.1. Работа блока со стабилизацией выходного напряжения осуществляется следующим образом:

8.4.1.1. Нажмите на «КУ» блока кнопку «OUT/IN», и «ПИ» перейдут в режим измерения опорных напряжений и токов, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, а зелёный светодиод-индикатор «OUT» при этом погаснет, зелёный светодиод «UI» при этом светится.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом напряжение в вольтах, а нижний – ток в миллиамперах.

8.4.1.2. На «КУ» блока регулятором «U» - установите необходимое опорное напряжение – максимальное значение 1350В.

8.4.1.3. На «КУ» блока регулятором «I» - установите величину тока на максимум 1999мА, либо больше предполагаемой величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.1.4. Нажмите на «КУ» кнопку «UI/PF», и «ПИ» перейдут в режим измерения опорной (задающей) частоты повторения импульсов и мощности блока, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, а зелёный светодиод «UI» при этом погаснет. Зелёный светодиод «OUT» при этом также не светится.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом частоту повторения импульсов в килогерцах с коэффициентом 0,1, а нижний – мощность в ваттах.

8.4.1.5. На «КУ» блока регулятором «P» - установите величину мощностей на максимум 1000Вт или больше необходимой величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.1.6. Если работа блока будет проводиться в режиме дугозащиты на постоянном токе, то кнопка «DEF/EF» должна оставаться в отжатом состоянии и светиться зелёный светодиод «DEF». Если же работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то нажмите на «КУ» кнопку «DEF/EF». Зелёный светодиод «DEF» при этом погаснет. Регулятором «F» - установите необходимую величину частоты повторения импульсов – минимально 2кГц, а максимально 60кГц.

8.4.1.7. Если работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то установите на «КУ» тумблером «1/2-3/4» необходимый режим вида частотной коммутации исходя из его функциональных положений изложенных в п.7.1. настоящего ТО.

8.4.1.8. Для перевода «ПИ» в режим измерения выходных напряжений и тока отожмите на «КУ» блока кнопки «OUT/IN» и «UI/PF». Подтверждение этого режима контроля выходных данных служит свечение зелёных светодиодов-индикаторов контроля режимов «OUT» и «UI».

8.4.1.9. Для включения выходного напряжения «МК» блока нажмите на «КУ» кнопку «DEP/EP». При этом должны погаснуть светодиоды контроля режимов «DEP», «DES» и замкнуться (щёлкнуть) пускатель в «МСФ» блока. На «ПИ» блока появиться напряжение до 1350В. В режиме измерения данных выхода 3,5-разрядные индикаторы будут показывать выходное напряжения «МК», практически равное опорному напряжению, и средний выходной ток равный нулю.

8.4.1.10. Для включения выходного напряжения блока нажмите на «КУ» кнопку «DEW/EW», при этом погаснет зелёный светодиод «DEW» и «МКК» перейдёт в проводящее состояние, а выход «МК» соединится с нагрузкой. При и этом 3,5-разрядные индикаторы будут показывать истинные значения выходных напряжения и тока. При нажатии на «КУ» кнопки «UI/PF» погаснет зелёный светодиод «UI», а 3,5-разрядные индикаторы будут отображать частоту микропробоев и возникновения «дуг» и выходную мощность.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом частоту срабатывания дугозащиты в герцах, а нижний – выходную мощность в ваттах.

8.4.1.11. Регулятором «U» можно более точно выставить выходное напряжения уже при работе на нагрузке. Свечение «только светодиода «U» свидетельствует о чистом режиме стабилизации по напряжению.

8.4.1.12. Для отключения выходного напряжения блока отожмите на «КУ» кнопку «DEW/EW», при этом должен засветиться зелёный светодиод-индикатор контроля режимов «DEW».

8.4.1.13. Для выключения выходного напряжения «МК» отожмите на «КУ» кнопку «DEP/EP», при этом должны засветиться светодиоды-индикаторы контроля режимов «DEP» и «DES».

8.4.2. Работа блока со стабилизации выходного тока осуществляется следующим образом:

8.4.2.1. Нажмите на «КУ» блока «OUT/IN», и «ПИ» перейдут в режим измерения опорных напряжений и токов, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, а зелёный светодиод-индикатор «OUT» при этом погаснет, зелёный светодиод «UI» при этом светится.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом напряжение в вольтах, а нижний – ток в миллиамперах.

8.4.2.2. На «КУ» блока регулятором «I» - установите необходимый опорный ток - максимальное значение 1999мА.

8.4.2.3. На «КУ» блока регулятором «U» - установите величину напряжения на максимально-возможное значение 1350В, либо больше предполагаемой величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.2.4. Нажмите на «КУ» блока кнопку «UI/PF», и «ПИ» перейдут в режим измерения опорной (задающей) частоты повторения (длительностей) импульсов и мощности блока, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, а зелёный светодиод «UI» при этом погаснет. Зелёный светодиод «OUT» при этом также не светится.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом частоту повторения импульсов в килогерцах с коэффициентом 0,1, а нижний – мощность в ваттах.

8.4.2.5. На «КУ» блока регулятором «P» - установите величину мощности на максимальное значение 1000Вт, либо больше предполагаемой величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.2.6. Если работа блока будет проводиться в режиме дугозащиты на постоянном токе, то кнопка «DEF/EF» на «КУ» должна оставаться в отжатом состоянии и светиться зелёный светодиод «DEF». Если же работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то нажмите на «КУ» кнопку «DEF/EF». Зелёный светодиод «DEF» при этом погаснет. Регулятором «F» - установите необходимую величину частоты повторения импульсов – минимально 2кГц, а максимально 60кГц.

8.4.2.7. Если работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то установите на «КУ» тумблером «1/2-3/4» необходимый режим вида частотной коммутации исходя из его функциональных положений изложенных в п.7.1. настоящего ТО.

8.4.2.8. Для перевода «ПИ» в режим измерения выходных напряжений и тока отожмите на «КУ» блока кнопки «OUT/IN» и «UI/PF». Подтверждение этого режима контроля выходных данных служит свечение зелёных светодиодов-индикаторов контроля режимов «OUT» и «UI».

8.4.2.9. Для включения выходного напряжения «МК» блока нажмите на «КУ» кнопку «DEP/EP». При этом должны погаснуть светодиоды контроля режимов «DEP», «DES» и замкнуться (щёлкнуть) пускатель в «МСФ» блока. На «ПИ» блока появиться напряжение до 1300В. В режиме измерения данных выхода 3,5-разрядные индикаторы будут показывать выходное напряжения «МК», практически равное опорному напряжению, и средний выходной ток равный нулю.

8.4.2.10. Для включения выходного тока блока нажмите на «КУ» кнопку «DEW/EW», при этом погаснет зелёный светодиод «DEW» и «МКК» перейдёт в проводящее состояние, а выход «МК» соединится с нагрузкой. При и этом 3,5-разрядные индикаторы будут показывать истинные значения выходных напряжения и тока. При нажатии на «КУ» кнопки «UI/PF» погаснет зелёный светодиод «UI», а 3,5-разрядные индикаторы будут отображать частоту микропробоев и возникновения «дуг» и выходную мощность.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом частоту срабатывания дугозащиты в герцах, а нижний – выходную мощность в ваттах.

8.4.2.11. Регулятором «I» можно более точно выставить выходной ток уже при работе на нагрузке. Свечение «только светодиода «I» свидетельствует о чистом режиме стабилизации по току.

8.4.2.12. Для отключения выходного тока блока отожмите на «КУ» кнопку «DEW/EW», при этом должен засветиться зелёный светодиод-индикатор контроля режимов «DEW».

8.4.2.13. Для выключения выходного тока «МК» отожмите на «КУ» кнопку «DEP/EP», при этом должны засветиться светодиоды-индикаторы контроля режимов «DEP» и «DES».

8.4.3. Работа блока со стабилизации выходной мощности осуществляется следующим образом:

8.4.3.1. Нажмите на «КУ» блока «OUT/IN», и «ПИ» перейдут в режим измерения опорных напряжений и токов, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, а зелёный светодиод-индикатор «OUT» при этом погаснет, зелёный светодиод «UI» при этом светится.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом напряжение в вольтах, а нижний – ток в миллиамперах.

8.4.3.2. На «КУ» блока регулятором «U» - установите величину напряжения на максимально-возможное 1350В, либо больше предполагаемой величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.3.3. На «КУ» блока регулятором «I» - установите величину тока на максимум 1999мА, либо больше предполагаемой величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.3.4. Нажмите на «КУ» блока кнопку «UI/PF», и «ПИ» перейдут в режим измерения опорной (задающей) частоты повторения (длительностей) импульсов и мощности блока, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, а зелёный светодиод «UI» при этом погаснет. Зелёный светодиод «OUT» при этом также не светится.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом частоту повторения импульсов в килогерцах с коэффициентом 0,1, а нижний – мощность в ваттах.

8.4.3.5. На «КУ» блока регулятором «P» - установите необходимую опорную мощность – максимальное значение 1000Вт.

8.4.3.6. Если работа блока будет проводиться в режиме дугозащиты на постоянном токе, то кнопка «DEF/EF» на «КУ» должна оставаться в отжатом состоянии и светиться зелёный светодиод «DEF». Если же работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то

нажмите на «КУ» кнопку «DEF/EF». Зелёный светодиод «DEF» при этом погаснет. Регулятором «F» - установите необходимую величину частоты повторения импульсов – минимально 2кГц, а максимально 60кГц.

8.4.3.7. Если работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то установите на «КУ» тумблером «1/2-3/4» необходимый режим вида частотной коммутации исходя из его функциональных положений изложенных в п.7.1. настоящего ТО.

8.4.3.8. Для перевода «ПИ» в режим измерения выходных напряжений и тока отожмите на «КУ» блока кнопки «OUT/IN» и «UI/PF». Подтверждение этого режима контроля выходных данных служит свечение зелёных светодиодов-индикаторов контроля режимов «OUT» и «UI».

8.4.3.9. Для включения выходного напряжения «МК» блока нажмите на «КУ» кнопку «DEP/EP». При этом должны погаснуть светодиоды контроля режимов «DEP», «DES» и замкнуться (щёлкнуть) пускатель в «МСФ» блока. На «ПИ» блока появится напряжение до 1300В. В режиме измерения данных выхода 3,5-разрядные индикаторы будут показывать выходное напряжения «МК», практически равное опорному напряжению, и средний выходной ток равный нулю.

8.4.3.10. Для включения выходной мощности блока нажмите на «КУ» кнопку «DEW/EW», при этом погаснет зелёный светодиод «DEW» и «МКК» перейдёт в проводящее состояние, а выход «МК» соединится с нагрузкой. При и этом 3,5-разрядные индикаторы будут показывать истинные значения выходных напряжения и тока. При нажатии на «КУ» кнопки «UI/PF» погаснет зелёный светодиод «UI», а 3,5-разрядные индикаторы будут отображать частоту микропробоев и возникновения «дуг» и выходную мощность.

**Внимание!** Верхний 3,5-разрядный индикатор блока отображает при этом частоту срабатывания дугозащиты в герцах, а нижний – выходную мощность в ваттах.

8.4.3.11. Регулятором «P» можно более точно выставить выходную мощность уже при работе на нагрузку. Свечение «только светодиода «P» свидетельствует о чистом режиме стабилизации по мощности.

8.4.3.12. Для отключения выходной мощности блока отожмите на «КУ» кнопку «DEW/EW», при этом должен засветиться зелёный светодиод-индикатор контроля режимов «DEW».

8.4.3.13. Для выключения выходной мощности «МК» отожмите на «КУ» кнопку «DEP/EP», при этом должны засветиться светодиоды-индикаторы контроля режимов «DEP» и «DES».

#### 8.4.5. Реакция блока на возникновение «не рабочих» режимов:

##### 8.4.5.1. Перегрев блока проявляется двояко:

- в перегреве «МК», как указывалось выше в п.4.2.ТО, его работа блокируется, в нём загорается красный светодиод и светодиодный индикатор «DKP» на «ПИ» блока (рис.2), а выходное напряжения блока пропадает до момента прихода «МК» в нормальный температурный режим. Сигнал перегрева «МК» транслируется и во внешний интерфейс «RS-485».

- в перегреве «МКК», а именно его силовых транзисторов, его работа блокируется, в нём загорается красный светодиод и светодиодные индикаторы «DKW» и «DEW» на «ПИ» блока (рис.2). Выходное напряжение на выходе блока пропадает до момента прихода «МКК» в нормальный температурный режим. Аналогичным образом блокируется работа «МКК» при перегреве в нём защитной «ограничительной» цепи, но при этом кроме красного светодиода в «МКК» на «ПИ» (рис.2) загораются индикаторы «DEZ» и «DEW». Выходное напряжение блока пропадает и соответствующие сигналы перегрева «МКК» оттранслируются во внешний интерфейс «RS-485». Следует обратить внимание, что при блокировке (закрытии) «МКК», на «ПИ» пропадает (обнуляется) индикация показаний выходного тока, а напряжение при этом индицируется на выходах «МК», то есть на входах закрытых «МКК» и будет соответствовать опорному (заданному) напряжению.

**ВНИМАНИЕ!** Перегрев защитной «ограничительной» цепи «МКК» возникает и свидетельствует о несоответствии импеданса нагрузки допустимым значениям при работе блока в частотных режимах, а именно слишком большой её индуктивности. Нормальная работа блока на максимальных параметрах возможна при совместной индуктивности нагрузки и соединительного кабеля менее 5мкГн. Поэтому рекомендуется использовать по возможности выходной кабель наименьшей длины.

**ВНИМАНИЕ!** Запрещается включать частотные режимы блока при индуктивности нагрузки более 50мкГн. Невыполнение этого требования может привести к выходу из строя «МКК» блока.

8.4.5.2. Перенапряжение питающей сети блока при превышении более 15% от номинала согласно п.4.2.ТО вызывает блокировку включения всех «МК» и, как следствие, невозможность

выполнить команду «EP» и включить выходное напряжение. При этом на «ПИ» светится красный индикатор «DES», а сигнал этого состояния передаётся во внешний интерфейс «RS-485».

При превышении питающей сети более 20% произойдёт полная блокировка включения блока «по сети» в целом, то есть невозможно будет выполнить команду «ON», если блок не был включен или его полное выключение «по сети». При этом все светодиодные индикаторы «УИ» и «ПИ» блока погаснут кроме индикаторов фазы сети «А» и «DES». Следует обратить внимание, что при возврате уровня напряжения питающей сети в норму, блок автоматически возвратится в те режимы, которые были до появления перенапряжения.

8.4.5.3. Перенапряжение по выходу более  $|-1390\text{В}|$  приводит к срабатыванию самозащиты «МК», что согласно п.4.2. ТО вызовет самоблокировку «МК» и пульсирующее свечение в них красных светодиодов, а также аналогичное свечение на «ПИ» блока красного светодиода-индикатора «DKP» (рис.2). Сигнал перенапряжения «МК» транслируется и во внешний интерфейс «RS-485». Работа блока при этом будет крайне неустойчивой с большими пульсациями выходных тока и напряжения. Оператору блока в этом случае необходимо понизить уровень задаваемого опорного выходного напряжения до момента пропадания «вспышек» индикатора «DKP» или подобрать иные режимы работы блока, например, изменив тактовую частоту коммутации «МКК». Слабое подсвечивание индикатора «DKP» не является сигналом аварийного режима, а только предупреждает о приближении к таковому.

8.4.5.4. Короткое замыкание по выходу блока при её длительности более  $0,5\text{с} \pm 3\text{с}$  вызывает сначала в течение этого времени высвечивание на «ПИ» блока красных светодиодов-индикаторов «DEZ» и «DFZ» (рис.2), а затем происходит выключение «МК» автоматической командой «DEP» и отключение выходного напряжения. При этом на «ПИ» блока постоянно будет светиться светодиод-индикатор «KZ», а сигнал этого состояния транслируется во внешний интерфейс «RS-485». Блок будет находиться в таком состоянии пока из вне не будет продублирована команда «DEP». Поступление этой команды после состояния «KZ» сбрасывает триггер «замыкания» в исходное состояние, гаснет красный светодиод-индикатор «KZ», но начинает светиться зелёный светодиод-индикатор «DEP» и блок снова готов к выполнению команды «EP», то есть к включению выходного напряжения.

8.4.5.5. Кратковременные «квази-замыкания» блока по выходу или импульсные изменения выходного напряжения на выходе менее  $|-15\text{В} \dots -90\text{В}|$  будут приводить, как указывалось в п.4.2. ТО к срабатыванию «дугозащиты» и отключению выхода от питающих его «МК» посредством «МКК» на время порядка 50мкс. Превышения же импульсного пикового выходного тока более  $2\text{А} \dots 7\text{А}$  будут приводить к аналогичному отключению выходного напряжения уже на время  $400\text{мкс} \pm 1000\text{мкс}$ . Время полного обнаружения таких изменений в нагрузке, с учётом времени отключения выхода блока, и спада тока в ней до уровня 10% от установившегося до этого его пикового значения составляет 2мкс. Редкие (несколько герц) такие ситуации индицируются «вспышками» или мерцанием красных светодиодов-индикаторов «DEZ» и (или) «DFZ» на «ПИ» блока (рис.2), а более частые вызывают их почти постоянное свечение. Повторимся, что частота таких ситуаций отображается на верхнем четырёхразрядном семисегментном индикаторе «УИ» переключённым в режим показаний выходной мощности и частоты с максимальной индикацией в 2000 Гц, а кроме того передаётся и во внешний интерфейс «RS-485». Срабатывания «дугозащиты» на время порядка 50мкс не приводит к заметному уменьшению среднего выходного тока, в то время как срабатывания по «превышению пикового тока», значительно занижают средний выходной ток вплоть до 0,1А. Оператору блока, пользуясь рекомендациями в п.10.1. настоящего ТО, желательно изменить рабочие параметры так, чтобы уменьшить частоту появления таких ситуаций.

8.5. «Частотные» режимы блока.

В режиме управления блока изменить следующие частотные режимы:

8.5.1. Переключением тумблера «1/2-3/4», как указывалось выше, осуществляется выбор режима работы внутреннего задающего генератора и соответственно «МКК». Состояние выбранного режима отображается на двухцветном светодиоде-индикаторе контроля режимов «2/4». При среднем положении тумблера «1/2-3/4» устанавливается однополярный режим с фиксированной паузой 5мкс, т.е. режим «частотной коммутации и дугозащиты с фиксированной паузой», при этом на «ПИ» не светится светодиод-индикатор «2/4».

При переключении тумблера «1/2-3/4» в верхнее положение внутренний задающий генератор и соответственно «МКК» остаются в режиме с фиксированной паузой 5мкс, но с возможностью работы с двуполярным выходным напряжением, что в данном исполнении блока не предусмотрено. При этом на «ПИ» блока светится красный светодиод-индикатор «2/4», и соответственно работа

осуществляется в режиме «частотной коммутации и дугозащиты с фиксированной паузой».

При переключении тумблера «1/2-3/4» в нижнее положение внутренний задающий генератор и соответственно «МКК» переходят в режим работы с «несимметричным меандром» при котором длительность импульса на 5мкс меньше длительности паузы. При этом на «ПИ» блока светится зелёный светодиод-индикатор «2/4», и соответственно работа осуществляется в режиме «частотной коммутации и дугозащиты с квазипостоянной паузой».

Перевести внутренний задающий генератор и соответственно «МКК» в режим «частотной коммутации и дугозащиты с постоянной паузой» можно только с разъёма «Внешнее управление» по интерфейсу «RS-485» проведя сразу две команды «A1» и «A2». При переходе в этот режим на «ПИ» блока начинает светиться сразу двумя цветами светодиод-индикатор «2/4».

8.5.2. Нажатием (отжатием) кнопки «DEF/EF» на «КУ» блока включается (выключается) внутренний задающий генератор управления «МКК», и на «ПИ» не светится (светится) зелёный светодиод-индикатор «DEF». При этом блок переходит в режимы «частотной коммутации и дугозащиты» («дугозащиты на постоянном токе»).

8.5.3. Режим «частотной коммутации и дугозащиты с частотой от внешнего генератора» осуществляется при выключенном внутреннем генераторе (на «ПИ» блока светится зелёный светодиод-индикатор «DEF», соответствующий режиму «дугозащиты при постоянном токе»). При этом используется цифровая «TTL-шина» синхронизации разъёма «Внешнее управление» на контакт №2 (цепь «TFS») которой относительно контакта №1 (цепь «0VS») подаются управляющие импульсные сигналы «TTL-уровней» от внешнего генератора. При этом на контакте №14 (цепь «+5VS») разъёма «ВУ» относительно контакта №1 (цепь «0VS») должно быть напряжение +5В вырабатываемое внутренним источником питания «МСС». Ток нагрузки не более 40 мА. «Нулевому» уровню сигнала - менее +0,6В, соответствует закрытое (непроводящее) состояние «МКК» блока, а высокому уровню - более +4В, но менее +5,5В – соответствует открытое (проводящее) состояние «МКК». Желательно использовать выход генератора с открытым коллектором и нагрузочной способностью в нулевом состоянии не менее 20мА. Если подавать сигналы от внешнего генератора при включённом внутреннем задающем генераторе (зелёный светодиод-индикатор «DEF» не светится), то будет происходить суммирование их частот по «нулевому» состоянию, т.е. по закрытому (непроводящему) состоянию «МКК». При отсутствии внешнего генератора цепь «TFS» можно использовать для взаимной синхронизации блоков (систем) или для принудительного снятия выходного напряжения путём подачи на неё нулевого уровня. Индикацию состояний уровня и частоты по этой цепи блок не имеет.

#### 8.6. Вспомогательные функции блока.

8.6.1. Быстро отключить напряжение с выхода блока, не выключая «МКК» можно отжатием кнопки «DEW/EW», при этом засветится индикатор зелёный светодиод-индикатор «DEW» на «ПИ» и «МКК» перейдет в непроводящее электрический ток состояние, тем самым отсоединив выход от «МКК». Обратное подать напряжение на выход, можно нажав кнопку «DEW/EW», при этом зелёный светодиод-индикатор «DEW» погаснет и «МКК» вернутся в проводящее состояние. Эти же команды могут выполняться и по цифровой «TTL-шине» синхронизации с разъёма «Внешне управление» путём подачи на его контакт №3 (цепь «DEWS») относительно контакта №1 (цепь «0VS») сигнала нулевого «TTL-уровня» (менее +0,6В) соответствующего команде «DEW» запрета выходного напряжения переводящая «МКК» в непроводящее состояние. И обратно – подав высокий уровень (более +4В, но менее +5,5В) или отсоединив эту цепь – выполнится команда «EW» и «МКК» вернутся в проводящее состояние, и появится напряжение на выходе блока. При этом на контакте №14 (цепь «+5VS») относительно контакта №1 (цепь «0VS») разъёма «Внешне управление» должно присутствовать напряжение +5В вырабатываемое внутренним источником питания «МСС». Состояние этих команд задаваемых с «Внешнего управления» подтверждается погасанием или свечением зелёного светодиода-индикатора «DEW» на «ПИ». Цепи «DEWS» и «0VS» разъёма «Внешне управление» можно использовать в качестве блокировочных для выходного напряжения, например по «пропаданию воды» в магнетроне или при открытии крышки вакуумной камеры, соединив их между собой посредством нормально разомкнутых контактов реле потока воды и концевого выключателя крышки камеры параллельно. Замкнутому состоянию контактов будет соответствовать отсутствие напряжения на выходе блока.

8.6.2. Информация о количестве и виде срабатывания «дугозащиты» выводится в режиме реальной частоты и длительности на контакт №16 (цепь «DFTS») относительно контакта №1 (цепь «0VS») разъёма «Внешнее управление». На контакте №14 (цепь «+5VS») разъёма «ВУ» относительно контакта №1 (цепь «0VS») должно присутствовать напряжение +5В вырабатываемое внутренним

источником питания «МСС». Нулевому уровню сигнала - менее +0,6В соответствует закрытое (непроводящее) состояние «МКК» блока, а высокому уровню - более +4В, но менее +5,5В – соответствует открытое (проводящее) состояние «МКК». Длительность нулевых уровней порядка 50мкс соответствуют срабатыванию «дугозащиты» по изменению импеданса нагрузки и «провалу» выходного напряжения менее  $|-15В...-90В|$ , а их длительность на уровне 400мкс÷1000 мкс – по превышению максимального импульсного тока системы в 2А...7А. Частота появления нулевых уровней соответствует частоте срабатывания «дугозащиты». Помимо съёма информации эта цепь может использоваться как управляющая для синхронизации работы нескольких блоков по срабатыванию «дугозащиты».

8.6.3. Информация о включённом или выключенном выходном напряжении блока выводится на контакт №15 (цепь «DES») относительно контакта №1 (цепь «0VS») разъёма «Внешнее управление». Нулевому уровню сигнала (менее +0,6В) соответствует выключенное состояние «МК» блока и отсутствие выходного напряжения, а высокому уровню (более +4В, но менее +5,5В) – соответствует рабочее состояние «МК» подтверждающее команду «EP». Помимо съёма информации эта цепь может использоваться как управляющая для синхронизации работы нескольких блоков по включению/выключению выходного напряжения или для управления (блокировки) внешнего блока поджога разряда в дуальном режиме.

**ВНИМАНИЕ!** Цепи «0VS», «+5VS», «DEWS», «TFS», «DES», «DFTS» разъёма «Внешнее управление» гальванически изолированы как от силовых цепей и корпуса блока, так и от остальных управляющих цепей вышеуказанного разъёма с целью обеспечения помехоустойчивости. В связи с этим их не рекомендуется произвольно соединять с другими управляющими цепями. Кроме того, при использовании внешнего генератора, подключённого непосредственно к этим цепям, другие сигналы к ним (от них) необходимо подводить через дополнительную гальваническую развязку посредством оптопар.

#### 8.7. Выключение блока «по сети».

8.7.1. Для полного выключения блока «по сети» переведите на «КУ» блока тумблер «ON/OFF» в среднее или нижнее положения. При этом погаснут все светодиодные индикаторы кроме «А», «DES/DEP» на «ПИ» блока и «SP1» на «КУ». В штатном режиме выключения блока «по сети» команде «OFF» должна предшествовать команда «DEP», т.е. в ручном режиме, прежде чем перевести тумблер «ON/OFF» в среднее или нижнее положения, необходимо сначала отжать кнопку «DEP/EP», а в режиме внешнего управления сначала подать команду «DEP», а затем «DEL-OFF».

8.7.2. Аварийное отключение блока от сети производится сразу переводом на «КУ» тумблера «ON/OFF» в нижнее положение или подачи от «внешнего управления» команды «OFF».

8.7.3. Выключить блок «по сети», или заблокировать его включение «по сети», можно и по цифровой «TTL-шине» с разъёма «Внешнее управление». Для этого необходимо отсоединить шину «DELS» (контакт №4) от шины «0VSD» (контакты №7 или №13). И обратно – снять блокировку включения «по сети», или включить блок «по сети» если он уже до выключения был включён, можно соединив между собой шины «DELS» (контакт №4) и «0VSD» (контакты №7 или №13).

Команда «DEL-OFF» по шине «DELS» полностью идентична переводу тумблер «ON/OFF» в среднее или нижнее положения. В связи с этим вышеуказанную шину необходимо использовать только как блокировочную или для аварийного выключения блока с целью обеспечения электробезопасности персонала при обслуживании нагрузки или выходных цепей блока.

#### 8.8. Изменение уровней срабатывания «дугозащиты» блока.

8.8.1. Для изменения уровня срабатывания «дугозащиты» блока по превышению пикового выходного тока необходимо снять кожух блока (если блок на «гарантии», то предварительно получить на это разрешение от производителя) и вынуть модуль управления «МУ-158-53» (ИБЭЗ.158.400-53). В «МУ» посредством переустановки движков переключателя JS4/JP4 выставить приемлемый ток «дугозащиты» пользуясь его значениями, указанными в приложении. Вставить «МУ» на своё место и одеть кожух.

8.8.2. Для изменения уровня срабатывания «дугозащиты» блока по понижению («провалу») выходного напряжения надо аналогично п.8.8.1. в «МУ» посредством переустановки движков переключателя JS3/JP3 выставить приемлемое напряжение «дугозащиты» пользуясь его значениями, указанными в приложении. Вставить «МУ» на своё место и одеть кожух.

#### 8.9. Перевод блока в режим внешнего управления.

8.9.1. Наименование цепей и их состояний (команд), а также «цокolёвка» цифровой «TTL-шины» синхронизации разъёма «Внешнее управление» приведены в таблице №1.

Таблица 1

№ конт	Цепь	Уровень сигнала	Назначение сигнала
1	OVS	0В	Общий цепей логических сигналов.
14	+5VS	+5В±10%	Питание цепей входных и выходных TTL- сигналов.
7, 13	OVSD	0В	Общий цепей «DEVS», «COPUS», «DELS», «А», «В»
6, 12	+5VSD	+5В±10%	Питание цепей «DEVS», «COPUS», «DELS», «А», «В»
Входные логические сигналы			
Требования к источнику сигнала		Высокий уровень	
		Напряжение	Ток, I <sub>вых</sub>
		U <sub>вых</sub>	Величина      Направление
		≥ 4 В	≤ 10 мкА      К источнику
		Низкий уровень	
		Напряжение	Ток, I <sub>вых</sub>
		U <sub>вых</sub>	Величина      Направление
		≤ 0,4 В	≤ 10 мА      К источнику
4	DELS	Высокий	Выключение блока «по сети» и блокировка включения.
3	DEWS	Низкий	Выключение ключа (снятие выходного напряжения).
2	TFS	Низкий/высокий	Внешний генератор (выключение/включение «МКК»).
9	COPUS	Низкий	Включение внешнего управления (ток вкл. 10 мА).
Выходные логические сигналы			
Параметры выходных сигналов блока		Высокий уровень	
		Напряжение	Ток, I <sub>вых</sub>
		U <sub>вых</sub>	Величина      Направление
		≥ 4 В	≤ 200 мкА      От источника сигнала
		Низкий уровень	
		Напряжение	Ток, I <sub>вых</sub>
		U <sub>вых</sub>	Величина      Направление
		≤ 0,4 В	≤ 10 мА      К источнику сигнала
15	DES	Низкий/высокий	Подтверждение команды и состояния «DEP»/ «EP».
16	DFTS	Низкий 50мкс/1000мкс	Частота микропробоев «по напряжению/току».

8.9.2. Для перевода блока в режим внешнего управления по интерфейсу «RS-485» используются кнопка «RU/PU» на «КУ» блока и цепи «COPUS» и «+0VSD» цифровой «TTL-шины» синхронизации разъёма «Внешне управление». При этом на контактах №6 и №12 (цепь «+5VSD») разъёма «ВУ» относительно контактов №7 и №13 (цепь «0VSD») должно быть напряжение +5В вырабатываемое внутренним источником питания «МСС». Ток нагрузки не более 40мА. Соединив между собой контакт №9 цепи «COPUS» с контактами №7 или №13 цепи «0VSD», или нажав кнопку «RU/PU», произойдёт переход управления блоком от «КУ» на внешнее от цепей «А», «В», «0VSD» шины интерфейса «RS-485» разъёма «Внешнее управление». Задание с «КУ» опорных уровней напряжения, тока, мощности и частоты при этом будет заблокировано, а в «МУ» блока будут поступать от «МСС» раскодированные значения этих уровней с интерфейса «RS-485». Состояние «захвата» внешнего управления отображается на табло «ПИ» блока свечением зелёного светодиода-индикатора «PU». В момент обратного перехода управления от внешнего по интерфейсу «RS-485» к ручному от «КУ» блока, т. е. с размыканием цепей «COPUS» и «+0VSD» или при отжатии кнопки «RU/PU», блок заработает по опорным данным с регуляторов «U», «I», «P», «F» и погаснет зелёный светодиод-индикатор «PU». При выполнении дискретных команд необходимо учитывать логику запрета их исполнения указанную в п.7.1. настоящего ТО.

## 9. РАБОТА БЛОКА ОТ ВНЕШНЕГО УПРАВЛЕНИЯ ПО ИНТЕРФЕЙСУ «RS-485».

### 9.1. Физическая реализация.

Блок подключается к командно-информационной сети, реализованной на основе двухпроводной или трёхпроводной линии связи с уровнями сигналов, соответствующих спецификации интерфейса «RS-485», имеющего сигнальные цепи «А», «В», общую экранную цепь «OVSD» и цепи согласования сети «P1», «P2», через гнездо разъёма DB25F «Внешнее управление». В случае если блок является последним устройством в сети, то на подключаемой к разъёму «Внешнее управление» вилке, необходимо соединить перемычкой контакты 20,23 (цепь «P1») и 8,11 (цепь «P2») для согласования сети. Сигнальные линии сети «RS-485» подключаются к контактам 19,24



(цепь «А»), 10,18 (цепь «В»), а экранная к 7,13 (цепь «OVSD») вышеуказанного разъёма. Цоколёвка разъёма «Внешнее управление» по этим цепям приведена в таблице №2. Эти цепи имеют гальваническую развязку от остальных управляющих цепей на потенциал  $\pm 500\text{В}$  и на  $\pm 1000\text{В}$  от корпуса блока и силовых цепей. Для питания «узла интерфейса RS-485», расположенного в «МСС» блока используется отдельная схема питания, поэтому в целях помехоустойчивости управления не рекомендуется соединять какую-либо цепь линии связи с другими цепями.

Таблица 2

№ конт	Цепь	Уровень сигнала	Назначение сигнала
19, 24	A(DATA+)	0В÷+5В	Командно-информационный код интерфейса «RS-485»
10, 18	B(DATA-)	0В÷+5В	Командно-информационный код интерфейса «RS-485»
20, 23	P1	0В÷+5В	Согласование импеданса сети
8, 11	P2	0В÷+5В	Согласование импеданса сети
7, 13	OVSD(COM)	0В	Общий шины «RS-485» и цепей «DEVS», «COPUS».
6, 12	+5VSD	+5В±10%	Питание шины «RS-485» и цепей «DEVS», «COPUS».

Аппаратно узел интерфейса выполнен на микроконтроллере и «драйвере RS-485» с гальванической оптоизоляцией цепей линии связи до  $\pm 1000\text{В}$ .

## 9.2. Программная реализация.

### 9.2.1. Общая информация.

Обмен между управляющим контроллером и блоком происходит по принципу запрос-ответ. В исходном состоянии интерфейс блока находится в режиме приема. Внешний управляющий контроллер формирует пакет, состоящий из нескольких байтов. Пакет содержит адрес блока, к которому идет обращение, тип команды, номера регистров, данные регистров и контрольную сумму (далее по тексту «КС»).

Каждый байт пакета передается (либо внешним управляющим контроллером, либо контроллером блока) с одним старт-битом и двумя 2 стоп-битами.

Стартом пакета является отсутствие информации в канале обмена, равного или более времени передачи 3,5 битов, на текущей скорости передачи данных внешнего управления.

После получения пакета от внешнего управляющего контроллера, и при совпадении КС пакета, передача обратного пакета начинается через интервал времени, равный времени передачи примерно 3,5 битов, на текущей скорости передачи данных, что на скорости 9600 составляет примерно 6мс, на скорости 19200 примерно 2мс, на скоростях 38400 и 57600 – 1 и 0.6мс соответственно. При несовпадении контрольной суммы пакета, никакие команды не обрабатываются и ответные квитанции блоком не посылаются.

Скорость передачи данных программируется пользователем: 9600, 19200, 38400, 57600.

Сетевой адрес блока программируется пользователем в диапазоне: 0x00...0xFF.

Предусмотрен аппаратный сброс параметров скорости передачи данных и сетевого адреса блока. После аппаратного сброса, скорость устанавливается равной - 9600, а сетевой адрес устанавливается равным - 0xFF.

### 9.2.2. Состав и назначение регистров блока.

В блоке всего доступно 0x16 регистров (по 2 байта (мл. - старший)). Большинство регистров расположено в оперативной памяти микроконтроллера узла интерфейса блока, и при включении питания, данные в них не определены. Некоторые регистры расположены в энергонезависимой памяти микроконтроллера и данные в них не теряются при выключении и включении источника.

Регистры R0x00, ..., R0x05, R0x0F, R0x12, R0x13, R0x15 доступны как для чтения, так и для записи, остальные R0x07, R0x08, R0x0E, R0x10, R0x11, R0x16' доступны только для чтения.

Регистр R0x00 особый. Он служит для управления источником, установки адреса блока и скорости передачи данных по интерфейсу.

#### 9.2.2.1 Регистр управления R0x00.

Регистр управления R0x00 состоит из двух байтов. В младший байт должен быть записан код команды, в старший байт должен быть записан параметр команды в случае, если команда требует параметра. Возможные коды команд и параметры команд приведены в таблице №3.

Команда исполняется только в случае совпадения внутреннего адреса блока с адресом в пакете от внешнего управляющего контроллера, правильного кода и параметра команды и правильной КС. После подачи команд с кодами 06 и 07 необходимо выключить и включить блок «по сети» или подать команду с кодом 08, поскольку выполнение изменений происходит после сброса

питания микроконтроллера блока. Внутренний адрес и скорость передачи данных хранятся в его энергонезависимой памяти и не теряются после выключения питания блока.

Таблица 3

Код команды	Назначение команды	Параметры команды
06	программирование внутреннего адреса блока	число от 0x00 до 0xFF
07	программирование скорости передачи данных:	
	на 9600 бит/сек	0x09
	на 19200 бит/сек	0x13
	на 38400 бит/сек	0x26
	на 57600 бит/сек	0x39
08	перезапуск микроконтроллера блока	

#### 9.2.2.2. Регистры аналоговых данных блока.

В базовой версии блока через регистры аналоговых данных осуществляется получение информации о текущих значениях напряжения, тока, мощности в нагрузке блока и частоты срабатывания его «дугозащиты», а также задание напряжения, тока, мощности «МК» и частоты коммутации «МКК». В модификации блока с расширенной версией управления, осуществляется задание времени паузы между импульсами, времени отключения выходного напряжения при срабатывании «дугозащиты» блока по «понижению напряжения» и по «превышению тока», а также уровня тока срабатывания «дугозащиты». Все регистры аналоговых данных состоят из двух байтов, однако часть регистров работает с 12 битовыми числами, часть с 10 битовыми, а оставшаяся часть – с 8 битовыми. Ниже, в таблице №4 указано назначение каждого регистра и диапазон допустимых его значений.

Таблица 4

Номер регистра	Чтение/запись	Наименование регистра	Назначение регистра	Диапазон значений	Коэффициент преобразования
R0x01	Чп/зп	COIA	Задание уровня выходного тока	0x0000 - 0x0FFF	2000мА/4096
R0x02	Чп/зп	COUA	Задание уровня выходного напряжения	0x0000 - 0x0FFF	1350В/4096
R0x03	Чп/зп	COPA	Задание уровня выходной мощности	0x0000 - 0x0FFF	1000Вт/4096
R0x04	Чт/зп	COFA	Задание уровня частоты коммутации	0x0000 - 0x00FF	60кГц/256
R0x05	Чт/зп	COTA	Задание времени паузы между импульсами	0x0000 - 0x00FF	*мкс/256
R0x07	Чт	DIA	Данные выходного тока	0x0000 - 0x03FF	1331,2А/1024
R0x08	Чт	DUA	Данные выходного напряжения	0x0000 - 0x03FF	1382,4В/1024
R0x0F	Чт/зп	COTUA	Задание времени отключения при срабатывании «дугозащиты» по «понижению напряжения»	0x0000 - 0x00FF	*мкс/256
R0x10	Чт	DPA	Данные выходной мощности	0x0000 - 0x03FF	1024Вт/1024
R0x11	Чт	DFA	Данные частоты срабатывания «дугозащиты»	0x0000 - 0x03FF	2048Гц/1024
R0x12	Чт/зп	COTIA	Задание времени отключения при срабатывании «дугозащиты» по «превышению тока»	0x0000 - 0x00FF	*мкс/256
R0x13	Чт/зп	COITA	Задание уровня тока срабатывания «дугозащиты»	0x0000 - 0x00FF	*А/256

Максимальная погрешность и нелинейность преобразования аналого-цифровых значений тока, напряжения и мощности узлом интерфейса не более 1%, а для остальных параметров не более 5%.

#### 9.2.2.3. Регистр статуса R0x06.

Регистр R0x06 статуса присутствует в данной реализации дистанционного управления из-за необходимости совместимости с другими моделями блоков. В данном варианте его

функциональность сильно урезана и сводится к тому, чтобы имелась возможность формировать ответные пакеты при записи данных. Его состояние не определено, и его данные не следует учитывать.

#### 9.2.2.4. Регистр – счетчик возникновения дуги

Через регистр R0x0E осуществляется доступ к данным внутреннего счетчика дуг. Значение регистра может находиться в диапазоне 0...0xFFFF. При переполнении счетчика значение возвращается к 0 и далее снова по кругу. В базовой версии принудительное его «обнуление» не предусмотрено. Значение регистра R0x0E можно только читать.

Регистры битовых данных блока.

Регистр R0x15 служит для формирования дискретных команд в блоке. В этом регистре используются оба байта, и каждому биту соответствует свой дискретный сигнал. Назначение битов в регистре R15 приведено в таблице №5. Регистр R0x15 можно читать и записывать.

Установка какого-либо бита в данном регистре в «1» приводит к тому, что в «МСС» блока соответствующая данному биту сигнал цепи устанавливается в «0» и наоборот.

Регистр R0x16 служит для получения информации о состоянии дискретных сигналов в блоке. В данном регистре используется только 5 битов младшего байта. Их назначение дано в таблице №6.

Переход какого-либо сигнала цепи «МСС» блока в «0» вызывает установку соответствующего ему бита регистра в «1». Данные из регистра R0x16 можно только читать.

Таблица №5

	№ бита	Наименование бита	Назначение бита	Соответствие бита команде
старший байт	7	DEW	Включение/выключение «МКК» (выходного напряжения, тока, мощности)	0-вкл./1-выкл.
	6	OUT	Отображение на «ПИ» выходных/опорных параметров блока	0-вых./1-опорн.
	5	DEV	Включение/выключение «МУВПР» – резерв (не используется)	0-вкл./1-выкл.
	4	DEP	Включение/выключение «МКК» (выходного напряжения, тока, мощности)	0-вкл./1-выкл.
	3	DEL	Включение/выключение блока «по сети»	0-выкл./1-вкл.
	2	A2	Включение/выключение «МКК» в режим «квази-меандр»	0-выкл./1-вкл.
	1	A1	Включение/выключение «МКК» в режим «с фиксированной паузой»	0-выкл./1-вкл.
	0	DEF	Включение/выключение внутреннего задающего генератора	0-вкл./1-выкл.
младший байт	7	R3	Резерв для изменения порога «дугозащиты»	
	6	R4	Резерв для изменения порога «дугозащиты»	
	5	R1	Резерв для задания «дуального» режима	
	4	R6	Резерв для изменения порога «дугозащиты»	
	3	R5	Резерв для изменения порога «дугозащиты»	
	2	U/F	Отображение на «МИ» напряжения и тока/частоты и мощности блока	0-«U,I»/1-« F,P»
	1	R2	Резерв для изменения порога «дугозащиты»	
	0	R7	Резерв для дополнительной команды	

Таблица №6

	№ бита	Наименование бита	Назначение бита	Соответствие бита команде
младший байт	7	---		
	6	---		
	5	---		
	4	DEZ	Несоответствие импеданса нагрузки (перегрев ограничительной цепи в «МКК»)	0-несоответствие/1- норма
	3	DKW	Перегрев транзисторов в «МКК» блока	0-перегрев /1- норма
	2	DKZ	«КЗ»- короткое замыкание на выходе блока	0-«КЗ» /1- норма
	1	DK	Перегрев «МК» блока	0- перегрев /1- норма
	0	DE	Наличие выходной мощности, напряжения	0- отсутствие /1- наличие

### 9.2.3. Форматы пакетов.

Пакеты служат для записи данных в регистры и получения данных из регистров.

#### 9.2.3.1. Запрос от внешнего контроллера данных из регистров блока:

```

01 52 02 00 01 05 KC -  запрос данных из регистров
| | | | | | |
| | | | | | +---- контрольная сумма (суммирование всего + KC = 0)
| | | | | +----- конечный запрашиваемый регистр для чтения (в данном примере R0x05)
| | | | +----- первый запрашиваемый регистр для чтения (в данном примере R0x01)
| | | +----- старший байт длины посылки
| | +----- младший байт длины посылки
| +----- команда чтение данных, код символа R
+----- адрес блока (устройства), кому данные
  
```

В длину посылки входят байты между старшим байтом длины посылки и байтом контрольной суммы (KC), так в данном примере в длину посылки входят два байта со значениями 01 и 05, в ниже следующем примере в длину посылки входят шесть байт: 02 03 01 00 02 00.

```

01 52 06 00 02 03 01 00 02 00 KC -  ответ на запрос данных из регистров
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | +-- контрольная сумма (все + KC = 0)
| | | | | | | +----- данные регистра 3 (мл. - старший)
| | | | | | +----- данные регистра 2 (мл. - старший)
| | | | | +----- конечный регистр чтения
| | | | +----- первый регистр чтения
| | | +----- длина посылки (мл. - старший)
| | +----- признак данные чтения, код символа R
+----- адрес блока (устройства), от кого данные
  
```

Если необходимо получить данные от одного регистра, то необходимо сформировать и отправить следующую посылку:

01 52 02 00 07 07 9F .

В ответ придет следующая посылка:

01 52 06 00 07 07 XX YY XX YY KC ,

где XX младший байт данных регистра R0x07, а YY старший байт данных. Т.е., в данном ответе, байты данных дублируются.

Похожий ответ приходит и при запросе данных из двух регистров, например:

01 52 02 00 07 08 9E .

В ответ придет следующая последовательность байтов:

01 52 06 00 07 08 XX YY xx yy KC ,

где XX младший байт данных регистра R0x07, а YY старший байт данных регистра R0x07. А байты xx и yy младший и старший R0x08.

#### 9.2.3.2. Запись данных в регистры блока.

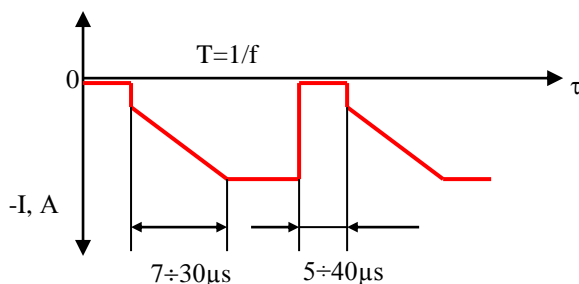
```

01 57 06 00 01 02 05 00 03 00 KC -  запись данных в регистры блока
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | +-- контрольная сумма (все + KC = 0)
| | | | | | | +----- данные для регистра 2 (мл. - старший)
| | | | | | +----- данные для регистра 1 (мл. - старший)
| | | | | +----- конечный регистр для записи
| | | | +----- первый регистр для записи
| | | +----- длина посылки (мл. - старший)
| | +----- команда данные для записи в регистр, код символа W
+----- адрес блока (устройства), для кого данные
  
```

01 57 SL SH KC -	ответ на команду запись данных в регистр
+---	контрольная сумма (суммирование всего + KC = 0)
+-----	статус старший байт
+-----	статус младший байт
+-----	признак ответ на данные для записи в регистр, код символа W
+-----	адрес блока (устройства), от кого данные

## 10. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ БЛОКА НА «ПЛАЗМЕННУЮ» НАГРУЗКУ.

10.1. При работе блока на реальную «плазму» газового магнетронного разряда в частотном режиме дугозащиты выходной ток значительно отличается от формы напряжения. Это обусловлено наличием 5-ти (или более) микросекундных состояний закрытого электронного силового ключа в канале, в течение которых плазма, за счет электронной компоненты, успевает приобрести квазинейтральность и частично деионизоваться, а кроме того потерять неравномерность распределения зарядов и их направленное диффузное движение от ранее приложенной разности питающего потенциала. Таким образом, на момент подачи нового импульса отрицательного напряжения в прикатодной плазме несамостоятельного газового разряда концентрация ионов и электронов снижается почти на порядок, а их увеличение и возврат на предыдущий уровень, соответствующие концу предыдущего импульса, происходит с определенной скоростью нарастания. Эта скорость зависит от многих факторов (конфигурации магнитного и электрических полей в области разряда, давления и вида рабочего газа, типа мишени, уровня напряжения и т.п.), но как показали практические измерения формы тока, его нарастание до предыдущего уровня варьируется в пределах от 7 до 30 мкс, что изображено на следующем рисунке.



Причем, чем выше напряжение в импульсе при прочих равных остальных условиях, тем выше скорость нарастания тока и соответственно максимально возможный ток в импульсе согласно разрядной ВАХ магнетрона напыления.

Таким образом, при увеличении частоты принудительной коммутации и увеличения напряжения форма тока в импульсе будет трансформироваться из почти прямоугольной на частоте  $\approx 4 \text{кГц}$  в трапецеидальную, на частоте  $\approx 20 \text{кГц}$  и практически в треугольную на частоте  $\approx 60 \text{кГц}$ . При этом соответственно будет возрастать отношение пикового тока в активном импульсе отрицательного напряжения к его среднему значению. В «дуальном» режиме работы или в частотном режиме с постоянной скважностью это отношение увеличивается ещё как минимум в два раза.

В силу того, что блок имеет дугозащиту (самозащиту) по импульсному пиковому току, необходимо так подбирать рабочий режим магнетрона: т.е. напряжение питания и давление рабочего газа, чтобы при выбранной частоте принудительных отключений не происходило срабатывание дугозащиты по превышению тока. Этот фактор естественно будет приводить к снижению реального разрядного тока магнетрона, поэтому для каждого случая желательно оптимизировать частоту принудительных отключений. Неправильно подобранный режим будет приводить к постоянному «забросу» тока разряда в каждом импульсе, что в свою очередь будет вызывать программную паузу в 1000 мкс после каждого импульса тока и резкое снижение его средней величины на уровень  $\approx 0,5 A$ . Реальные плазменные «микродуги» вызывают, в первую очередь, «провал» напряжения на плазме разряда, а лишь потом увеличение тока, в силу чего будет происходить срабатывание дугозащиты по «напряжению» с программной паузой в 50 мкс, что не вызывает столь резкого снижения тока, но приводит к отсечке и полному подавлению «микродуг».

Кроме того вышеизложенная ситуация частотных режимов с ростом частоты и (или) с уменьшением длительности активного импульса приводит к двум тенденциям:

- позитивная – уменьшается вероятность образований плазменных неравновесных состояний, приводящих к возникновению «микродуг» и переходу «высоковольтного» магнетронного разряда в «диффузионный» или в «дуговой», а также растёт «энергетика», т.е. импульсные напряжение, ток и мощность разряда приводящие к увеличению коэффициентов распыления материала катода, степени ионизации и средних энергий распыляемых атомов и ионов.

- негативная – резко увеличиваются статические и динамические потери в «МКК» приводящие к росту температуры их радиаторов и уменьшению КПД блока, что ведёт к снижению средней длительно достижимой его выходной мощности.

## 11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.

Блок «ИВЭ-141MS» является сложным устройством критичный к внешним воздействиям и поэтому требует к себе повышенного внимания.

Так как охлаждающим реагентом в блоке является воздух, то к вентиляторам и к системе вентиляции предъявляются повышенные требования.

Для долговременной и надежной работы необходимо соблюдать следующие профилактические работы:

№	Наименование профилактических работ	Время	Примечание
1.	Проверка работоспособности вентиляторов блока.	Во время работы.	Путем определения всасывания рукой.
2.	Продувка входного и выходного тракта каждого вентилятора.	100 часов работы.	Сначала всосать пыль с сеток входного и выходного отверстия. Затем продуть тракт пылесосом.
3.	Полная регламентная очистка.	Через 700 часов работы.	Сняв верхнюю крышку вынуть ячейки, продуть пылесосом ячейки и кроссплаты, протереть контакты соединителей х/б тканью, смоченной спиртом.

## 12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки.	Вероятная причина.	Методы устранения.
После продолжительной работы в жаркое время блок уменьшает скачкообразно выходную мощность.	Неправильно настроена термозащита «МК». Неисправен один из вентиляторов.	Замените «МК». Замените вентилятор.
Светодиоды сети светятся, не горит номер блока и не включается блок.	Неисправен модуль дежурного питания на «КП».	Заменить «МДП».
Светодиоды сети светятся, блок не включается.	Неисправен «МСС» Неисправен модуль «МКМ»	Замените «МСС». Замените «МКМ».
Нет полной выходной мощности, но светодиод «ДКР» не горит.	Не работает один из «МК». Через вентилятор посмотреть горит ли зеленый светодиод на «МК» при работающем блоке.	Если светодиод не горит, то заменить «МК».
При включении выходного напряжения блок сразу переходит в режим «KZ», но при выполнении сначала команды «DEW», а затем «EP» напряжение на табло «МИ» появляется.	Неисправен «МКК» или на нём сгорел предохранитель.	Заменить предохранитель или «МКК».

### 13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.

13.1. Блок должен храниться в отапливаемом помещении.

13.2. Блок до введения в эксплуатацию следует хранить на складе в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха  $5 \div 40^{\circ}\text{C}$  с относительной влажностью до 80% при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ .

13.3. Хранить блок без упаковки следует при температуре окружающего воздуха  $10 \div 35^{\circ}\text{C}$  с относительной влажностью до 80% при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ .

13.4. В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных веществ, вызывающих коррозию.

13.5. Блок транспортируют транспортом любого вида в закрытых транспортных средствах.

При транспортировании самолётом приборы должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

Значения климатических и механических воздействий на блок при транспортировании не должны превышать:

транспортная тряска:

число ударов в минуту.....80÷120

максимальное ускорение,  $\text{m/s}^2$ .....30

продолжительность воздействия, h.....1

Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки приборов, практически не должны иметь следов цемента, угля, химикатов и т.п.

Данное техническое описание соответствует блоку «ИВЭ-141MS» зав.№ \_\_\_\_\_ с версией V4.5 прошивки микроконтроллера.

## ПРИЛОЖЕНИЕ.

Распайка разъема  
«Выход»

Конт	Цепь
1	Свободный
2	+U+
3	U-
4	Свободный

Распайка разъема  
«Сеть»

Конт	Цепь
1	Свободный
2	Фаза сети $\approx 220\text{В}$
3	Нейтраль сети
4	Корпус блока

Положение JS4/JP4  
«Дугозащита по I»

Подключён	Ток, А
R185 +R185-1 +R185-2	14÷16
R185 +R185-1	13÷15
R185 +R185-2*	12÷14
R185	11÷13
R185-1 +R185-2	8÷10
R185-1	6÷8
R185-2	3÷5
-	-

Положение JS3/JP3  
«Дугозащита по U»

Подключён	Напр., В
R200 +R201 +R202	90÷94
R200 +R201	83÷87
R200 +R202	78÷82
R200*	70÷74
R201 +R202	51÷55
R201	36÷41
R202	22÷27
-	-

\*Выставлено при поставке

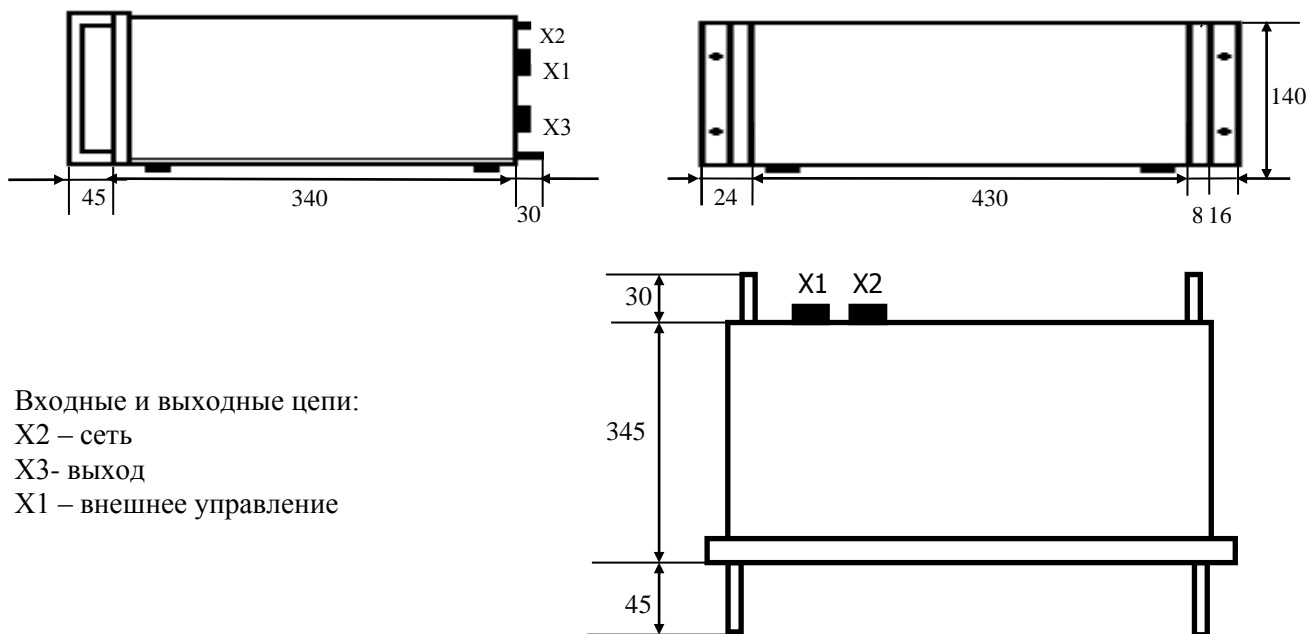


Рис.7. Габаритный эскиз блока.