

ООО «ПЛАЗМА-ТЕХ»

«ИВЭ-140S»



Блок питания магнетрона распыления

Техническое описание и инструкция по эксплуатации
ИВЭ2.140.000S ТО и ИЭ

1. НАЗНАЧЕНИЕ.

1.1. Основная область применения – в составе вакуумно-технологического оборудования для обеспечения процесса нанесения функциональных покрытий и очистки поверхностей.

Блок «ИВЭ-140S» предназначен для питания стабилизированным напряжением, током или мощностью магнетрона распыления, и подачи «потенциала смещения» на обрабатываемые изделия в вакуумной камере. Блок имеет выходные цепи с отрицательной полярностью потенциальной цепи и гальванически изолированными от корпуса блока и других цепей. Блок оснащён оптоизолированным последовательным цифровым интерфейсом внешнего управления «RS-485».

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ.

2.1. Блок питания «ИВЭ-140S» предназначен для эксплуатации в составе лабораторного и промышленного оборудования при:

- температуре окружающего воздуха от +10 до +35⁰С;
- относительной влажности воздуха при +25⁰С до 80%;
- атмосферном давлении от 84 кПа до 106,7 кПа (от 630 мм.рт.ст. до 800 мм.рт.ст.);
- напряжение питающей сети 220В±15%¹⁰, 48-62 Гц.

2.2. Выходные параметры:

- 2.2.1. Выходная мощность регулируемая, Вт* от 10 до 200
- 2.2.2. Выходное напряжение регулируемое, В* от -60 до -650
- 2.2.3. Выходной ток регулируемый, А* от 0,02 до 0,46
- 2.2.4. Нестабильность выходного напряжения, %, не более**..... 1,5
- 2.2.5. Нестабильность выходного тока, %, не более** 2
- 2.2.6. Нестабильность выходной мощности, %, не более ** 2,5
- 2.2.7. Частота выходных импульсов, кГц 0/6÷60
- 2.2.8. Дугозащита выхода с временем срабатывания 2мс и током, А 0,4÷2,0
- 2.2.9. Поджог разряда с током до 30мА и напряжением, В -1250÷-1280
- 2.3. Интерфейс ручного управления кнопочный, с тумблерами и осевыми регуляторами выходных параметров
- 2.4. Интерфейс внешнего управления последовательный цифровой «RS-485» с оптоизоляцией на потенциал до ±1000В
- 2.5. Коэффициент коррекции потребляемой мощности, не менее 0,95
- 2.6. КПД, не менее 0,8
- 2.7. Потребляемая электрическая мощность, не более, Вт 250
- 2.8. Режим работы и охлаждение ... Непрерывный – ПВ 100%, принудительное воздушное
- 2.9. Масса, кг 6,8
- 2.10. Габаритные размеры, ШxГxВ, мм 241x419x133

* - В соответствии с выходными вольтамперными характеристиками («ВАХ») приведёнными в п.8.4.4. настоящего ТО.

** - на активной нагрузке в диапазоне выходных параметров от 20% до 100%.

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ.

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Блок питания магнетрона распыления	ИВЭ2.140.000S	1	
Паспорт	ИВЭ2.140.000S ПС	1	
Техническое описание	ИВЭ2.140.000S ТО и ИЭ	1	
Вилка	DB-25M	1	с кожухом DP-25C
Вилка	SZC16-2P-M	1	
Кабель сетевого питания	BURO AN23-1000-2, IEC C13	1	L=2м, Евровилка
Вставка плавкая	ВП-5x20-2A	1	

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ.

4.1. Принцип действия.

4.1.1. Блок «ИВЭ-140S» - источник вторичного электропитания, выполненный на основе структуры с бестрансформаторным подключением к питающей сети переменного тока. Функции преобразующих и стабилизирующих органов выполняет высокочастотный конвертор модульного типа («МК»), работающий на частоте 35÷55кГц. Регулирование и стабилизация выходных параметров осуществляются по принципу широтно-импульсной модуляции. Преобразование напряжения осуществляется посредством одного «МК» мощностью 200Вт. Вход «МК» подключён к выходу модуля сетевого фильтра и корректора мощности («МСФКМ»), на который возложена функция корректора формы потребляемого тока, что позволяет брать из питающей сети практически синусоидальный ток. Выход «МК» блока выводится к нагрузке через модуль ключа-коммутатора и поджога разряда («МККПР») и его выходной разъем «ВЫХОД 1,3кВ». Максимальное выходное напряжение «МК» -650В. Выходные напряжение (цепи) блока изолированы от его корпуса и других питающих и управляющих цепей.

4.1.2. Преобразование постоянного напряжения -650В в пульсирующее однополярное напряжение с одновременной быстродействующей защитой, разрывающей цепи питания нагрузки от «МК» менее чем за 2мкс, выполняет «МККПР». Он также вырабатывает напряжение поджога магнетронного разряда с уровнем до -1280В, поступающее на выходную отрицательную потенциальную цепь блока.

4.2. Функциональные модули.

4.2.1. Блок «ИВЭ-140S» подсоединяется через сетевой разъем к однофазной сети переменного тока напряжением 220В с частотой 50Гц. Сетевое напряжение ~220В поступает через сетевой кабель на «МСФКМ». Фаза сети через предохранитель 2А поступает на реле «МСФКМ» и на модуль дежурного питания («МДП»), расположенный на кросс-плате блока и вырабатывающий напряжения ±5В, необходимые для работы модуля сопряжения сигналов («МСС») и «МСФКМ».

4.2.2. Информация о состоянии режимов работы блока отображается на семи двухцветных красно-зелёных и трёх зелёных светодиодах, расположенных плат индикации и регулировок («ПИР»). Информация о параметрах блока - на двух индикационных табло (верхние и нижние), представляющих собой узел индикации («УИ»), который имеет 3,5 разрядное цифровое отображение выходных или задаваемых параметров (напряжение, ток и частота, мощность). Включение блока осуществляется либо с тумблера «ON/OFF», либо с разъёма «Внешнее управление» по цифровому интерфейсу «RS-485». Задание выходных параметров осуществляется вручную посредством четырёх осевых поворотных регуляторов (ручек переменных потенциометров), расположенных на «ПИР», либо подачей последовательностей импульсов на разъем «Внешнее управление» по цифровому интерфейсу «RS-485».

4.2.3. Формирование алгоритмов и обработка сигналов управления в блоке осуществляется модулем управления («МУ»).

4.2.4. Управляющие и информационные сигналы, идущие между «УИ», «ПИР» и «МУ» преобразуются и гальванически развязываются посредством модуля сопряжения сигналов («МСС»), который также является дешифратором команд с разъёма «Внешнее управление» - т.е. от интерфейса «RS-485».

4.2.5. В блоке установлен «МККПР», который, как указывалось выше, обеспечивает быстродействующую «дугозащиту» нагрузки и вырабатывает напряжение поджога разряда на уровне -1250В÷-1280В. Его можно отключать или использовать режим автоподжога, при котором оно включается/выключается при уровне выходного тока менее/более 50мА. В этом модуле имеется ещё узел управления вентилятором, который зависимости от температурного режима «МК» и «МККПР» изменяет скорость вращения крыльчаток вентилятора и соответственно воздушный поток охлаждающего воздуха.

4.2.6. При поступлении из «МСС» сигнала на включение блока «по сети» напряжение постоянного тока +300В с «МСФКМ» подаётся на входы источников сервисного питания

модулей «МК» и «МККПР». Узел сервисного питания «МКМ» из постоянного напряжения +300В вырабатывает напряжение +5В и ±15В, которые поступают как в сам модуль, так и в «УИ», «ПИР», «МСС», «МУ», «МК» и «МККПР».

4.2.7. При поступлении из «МСС» сигнала на включение выходного напряжения срабатывает силовое реле в «МСФКМ», подключающий входную сеть к входу узла корректора мощности. «МСФКМ» подавляет частотные помехи посредством двухстороннего сетевого заградительного фильтра. В «МСФКМ» 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, а если напряжение сети увеличивается на 20% от номинального, то происходит блокировка включения блока (индикаторы на «УИ» не светятся). Поступившее на вход «МСФКМ» силовое переменное напряжение, преобразуется в нём в стабилизированное постоянное +400В, и поступает на вход «МК» для его питания.

4.2.8. Стабилизация заданного напряжения, тока и мощности при изменениях напряжения питающей сети, нагрузки и температуры окружающей среды осуществляется в блоке посредством охвата «МК» отрицательной обратной связью («ООС») по принципу широтно-импульсной модуляции с использованием трёх пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов («ПИД-регуляторов»), находящихся в «МУ».

4.2.9. Выходное напряжение с «МК» поступает на «МККПР», 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 на его узел поджога разряда, который вырабатывает напряжение поджога разряда (вольтдобавки к основному напряжению) с уровнем -1230В ÷ -1280В и током до 0,03А, а также осуществляет регулирование скорости вращения вентиляторов по сигналам с терморезисторов, установленных в «МК» и «МККПР», что позволяет увеличить ресурс вентилятора и снизить шум от его вращения. Затем выходное напряжение через датчик тока, расположенный на кросс-плате блока, поступает на выходной разъём «ВЫХОД 1,3кВ». В зависимости от уровня сигнала управления «COD», поступающего из «МУ», мощность «МК» изменяется от 0Вт до 200Вт 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», «I», «P» загорается соответствующий зелёный светодиод-индикатор на «ПИ». При несогласованности импеданса нагрузки выставленным параметрам ни один из светодиодов «U», «I», «P» не светится.

4.2.10. В «МК» установлены защиты. Перегрев «МК» ведет к его выключению и свечению красного светодиода на нём, и длительному загоранию светодиода-индикатора «DKP/DEV» красным цветом в «ПИР». В «МК» установлена защита от перенапряжения по выходу. Если напряжение на выходе «МК» превышает -670В, то он выключается, и в нём загорится красный светодиод, а также пульсирующе засветится светодиод-индикатор «DKP/DEV» красным цветом. Отличить перегрев от перенапряжения на максимальных выходных напряжениях затруднительно, поэтому работать при выходном напряжении больше максимально-номинального не рекомендуется во избежание повышенных пульсаций на выходе, что может привести к выходу из строя «МК» или «МККПР».

4.2.11. В «МККПР» также установлены термозащиты. Перегрев в «МККПР» радиатора с установленным на нём силовым транзистором ведет к его выключению и свечению красного светодиода в нём, и к длительному загоранию светодиода-индикатора «DKW/DEW» красно-зелёным цветом на «ПИР». Кроме того перегрев защитных ограничителей в «МККПР» также приводит к его отключению и свечению в нём красного светодиода, а на «ПИР» к загоранию светодиода-индикатора «DFZ/DEF» красным цветом и «DKW/DEW» - зелёным.

4.2.12. При переходе блока в режим стабилизации одного из параметров «U», «I», «P» загорается соответствующий зелёный светодиод «U», «I», «P» на «ПИР». Одновременное равное по силе свечение двух или трёх вышеуказанных светодиодов свидетельствует о смешанном (совместном) режиме стабилизации. Одновременное свечение, но с разной яркостью – свидетельствует о приближении к режиму совместной стабилизации и переходе из одного режима стабилизации в другой.

4.3. Конструкция блока.

Блок выполнен в конструктиве «Евромеханика», высотой «3U» (вид спереди см. рис.1, вид сзади см. рис.2).

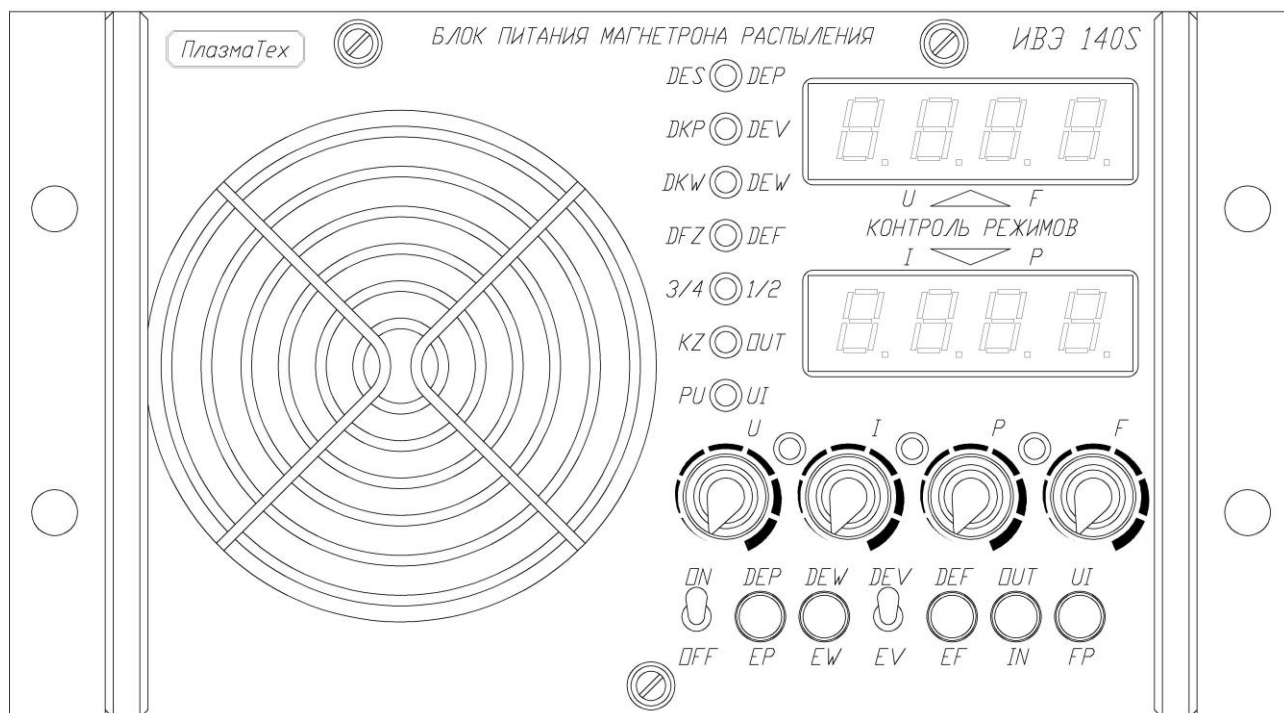


Рис.1. Вид спереди на блок «ИВЭ-140S».

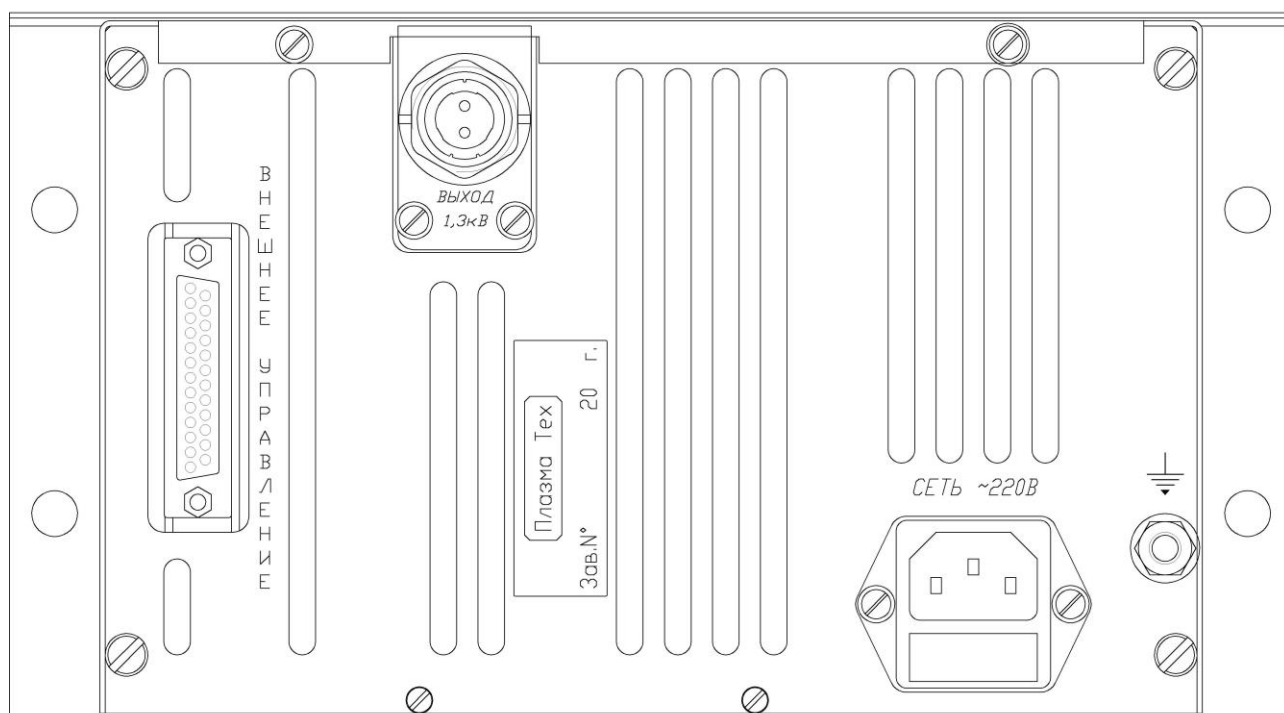


Рис.2. Вид сзади на блок «ИВЭ-140S».

Конструктивную основу блока представляет собой крейт коммутации на основании которого закреплена кросс-плата, осуществляющая 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.

Отличительной, конструктивной особенностью всех модулей, в том числе и «силовых», является их исполнение на одной несущей печатной плате с расположенными на ней коммутационными ламелями для «SLOT»-разъёмов, с помощью которых они соединяются с кросс-платой каркаса. Любой модуль блока 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 и обеспечило их взаимозаменяемость, в аналогичных блоках.

Малые масса модулей, до 1,1кг и габариты 290мм×126мм×54мм, позволяют осуществлять пересылку ремонтных или запасных модулей экспресс почтой. Это гарантирует быстрое время восстановления работоспособности блока у эксплуатационщиков, удалённых от изготовителя.

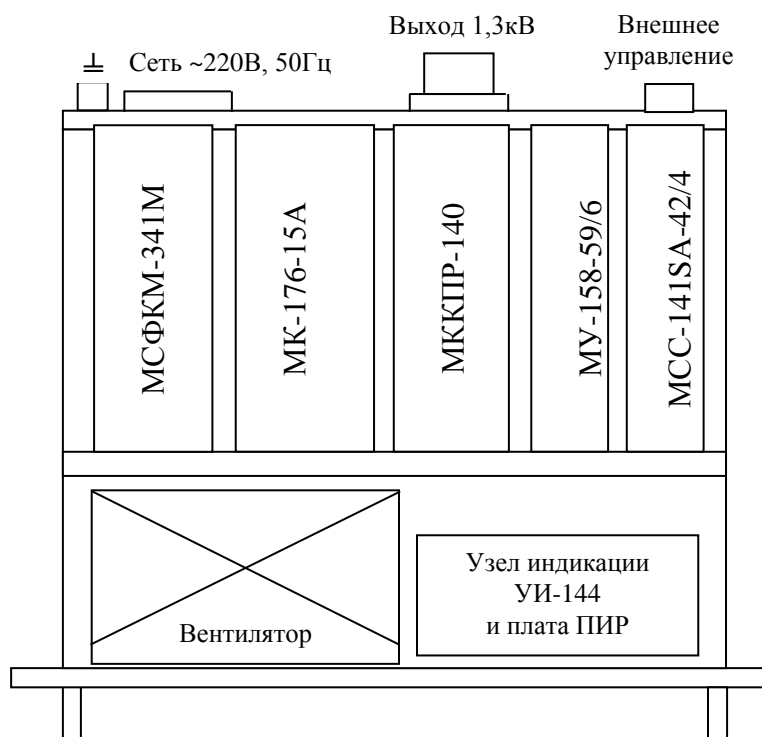


Рис.3. Расположение модулей в блоке «ИВЭ-140S».

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 выходные разъёмы при включенном выходном напряжении, а сетевой кабель при подключённом сетевом напряжении.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

- 6.1. Распаковав блок, необходимо произвести внешний осмотр и убедиться в отсутствии внешних повреждений, проверить комплектность блока согласно разделу 3 настоящего технического описания.

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

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.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.

7.1. Перед началом работы внимательно изучите настоящее техническое описание и ознакомьтесь с расположением органов ручного управления на передней панели блока (см. рис.1), и последовательностью их применения.

ВНИМАНИЕ! Переведите все кнопки управления блоком в «отжатое» состояние, тумблеры «ON/OFF», «DEV/EV» в «среднее» положение, а ручки-регуляторы «U», «I», «P» и «F» поверните до упора против часовой стрелки.

«Отжатое» состояние кнопок управления на блоке «ИВЭ-140S» соответствует режимам блока, названия которых нанесены над кнопками, а «нажатое» - соответственно под ними. В подтверждении «отжатого» состояния кнопок и, соответственно выбранного режима работы, свидетельствует зелёное свечение двухцветных светодиодов-индикаторов, расположенных слева от «УИ» на «ПИР». В «нажатом» состоянии кнопок вышеуказанные светодиоды не должны светиться зелёным цветом.

Для тумблеров положению его рычажка вверх («верхнее» положение) соответствует режиму блока, название которого нанесено над ним, а рычажком вниз («нижнее» положение) - соответственно под ним.

Изучите функциональное назначение тумблеров, кнопок, светодиодов-индикаторов, индикаторов и ручек-регуляторов на блоке «ИВЭ-140S» пользуясь, рис.1 или самим блоком и нижеприведённой расшифровкой их названий:

- все тумблеры, кнопки, светодиоды, 3,5-разрядные индикаторы и ручки объединены в группу, расположенную на передней панели блока в левой её части.

- тумблер «ON/OFF» - включение/выключение блока «по сети». «Верхнее» положение – команда «ON» - включение блока по «сети». «Среднее» и «нижнее» положения соответствуют команде «OFF» и выключенному «по сети» блоку. Следует для дальнейшей работы учесть, что их «среднее» положение соответствует команде выключению блока «по сети» при условии отсутствия команды его включения «по сети» от 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 его включение.

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

- тумблер «DEV/EV» - выключение/включение «МККПР» на выходное напряжение «поджога» магнетронного разряда. «Верхнее положение» - команда «DEV» - «поджог» выключен, и «нижнее положение» - команда «EV» - «поджог» включён. Его «среднее положение» соответствует режиму «автоподжога» разряда.

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

- кнопка «DEF/EF» - выключение/включение внутреннего задающего генератора в «МУ» блока. «Отжата» - команда «DEF» - генератор выключен, и «нажата» - команда «EF» - включён.

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

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

- ручка-регулятор (потенциометр) «U» - регулировка опорного (задаваемого) значения выходного напряжения блока.

- ручка-регулятор (потенциометр) «I» - регулировка опорного (задаваемого) значения выходного тока блока.

- ручка-регулятор (потенциометр) «P» - регулировка опорного (задаваемого) значения выходной мощности блока.

- ручка-регулятор (потенциометр) «F» - регулировка опорного (задаваемого) значения частоты выходных импульсов блока.

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

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

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

Совместное свечение двух или трёх вышепоименованных светодиодов-индикаторов свидетельствует о смешанном режиме стабилизации (равное по силе свечение) или о приближении к переходу из одного режима в другие (свечение одного светодиода-индикатора более яркое, нежели других).

- светодиод-индикатор «DES/DEP» - красное свечение – подтверждение выключенного состояния блока «по выходному напряжению», 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 штатной команды «DEP» выключенного состояния «МК» в каналах блока, а отсутствие зелёного свечения – подтверждение команды «EP» включённого состояния «МК» в каналах блока.

- светодиод-индикатор «DKP/DEV» - красное постоянное во времени свечение – перегрет и (или) не работает «МК» в блоке. Отсутствие красного свечения – отсутствие перегрева. Пульсирующее красное свечение (подмаргивание) светодиода-индикатора свидетельствует о наличии перенапряжения на выходе «МК» блока. Отсутствие красного пульсирующего свечения – отсутствие перенапряжения на выходе «МК». Зелёное свечение – подтверждение штатной команды «DEV» - выключенного состояния «МККПР» на выработку напряжения «поджога» разряда в блоке. Отсутствие зелёного свечения – подтверждение команды «EV» - разрешения включения «МУВПР» на выработку напряжения «поджога» разряда.

- светодиод-индикатор «DKW/DEW» - красное постоянное во времени свечение – перегрет силовой транзистор или ограничительные диоды в «МККПР» блока или потеря его работоспособности. Отсутствие красного свечения – отсутствие перегрева или потери работоспособности «МККПР». Зелёное свечение – подтверждение выключенного состояния силового транзистора в «МККПР» блока, обусловленное командой «DEW». Отсутствие зелёного свечения – подтверждение включённого состояния силового транзистора в «МККПР» блока, обусловленное командой «EW».

- светодиод-индикатор «DFZ/DEF» - красное постоянное во времени свечение - перегрет узел поджога разряда в «МККПР» блока. Отсутствие постоянного во времени красного свечения – отсутствие их перегрева. Пульсирующее свечение или вспышки – режим индикации «микропробоев» или «микродуг» в нагрузке блока, при которых напряжение на

выходе блока падает менее $10V \div 90V$ или пиковый выходной ток превышает $0,4A \div 2,0A$, что приводит к срабатыванию «дугозащиты». Зелёное свечение – подтверждение запрета работы внутреннего задающего генератора в «МУ» блока обусловленное командой «DEF». Отсутствие зелёного свечения – подтверждение разрешения работы внутреннего задающего генератора, обусловленное командой «EF».

- светодиод-индикатор «3/4|1/2» - красное свечение – подтверждение работы внутреннего задающего генератора «МУ» блока в режиме «несимметричного меандра», обусловленное командой «A2». Отсутствие красного свечения - подтверждение работы внутреннего задающего генератора в режиме «с фиксированной паузой 4мкс между импульсами» обусловленное командой «A0». Красно-зелёное свечение - подтверждение работы внутреннего задающего генератора «МУ» блока в режиме «меандра», обусловленное командой «A1».

- светодиод-индикатор «KZ/OUT» - красное свечение - наличие «короткого замыкания» на выходе блока. Отсутствие красного свечения – отсутствие «короткого замыкания». Зелёное свечение – подтверждение команды «OUT» подключения входов 3,5-разрядных индикаторов «УИ» блока к цепям измерения выходных параметров блока. Отсутствие зелёного свечения – подтверждения команды «IN» подключения входов 3,5-разрядных индикаторов «УИ» к цепям измерения опорных, то есть задаваемых параметров в блоке.

- светодиод-индикатор «PU/UI» - красное свечение - подтверждение режима управления блоком от внешнего цифрового интерфейса «RS-485». Отсутствие красного свечения – подтверждение режима управления от органов ручного управления с передней панели блока. Зелёное свечение – подтверждение команды «UI» подключения входов 3,5-разрядных индикаторов «УИ» блока к цепям измерения напряжения и тока в нём. Отсутствие свечения – входы 3,5-разрядных индикаторов «УИ» блока подключены к цепям измерения частоты генерации выходных импульсов или срабатывания «дугозащиты» и мощности блока – подтверждение команды «FP».

- верхний светодиодный семисегментный 3,5-разрядный индикатор «U \triangle 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 «I ∇ P контроль режимов» - 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 клемму \perp блока голым медным проводом сечением не менее 1,5 кв.мм. на контур защитного заземления;

подсоединить выходной кабель (предварительно изготовив его используя вилку SZC16-2P-M из комплекта поставки и коаксиальный кабель типов RG-58A(C), РК50-4-11 с сечением центральной жилы не менее 0,45кв.мм. длиной до 5м) к разъёму «ВЫХОД 1,3кВ» блока и к нагрузке;

ВНИМАНИЕ! Отрицательный вывод блока выведен на 1-ый контакт выходного разъёма, а – положительный на его 2-ой контакт.

подключить кабель сетевой к разъёму «СЕТЬ ~220В» блока и к питающей однофазной сети;

Внимание! «Фаза» сети находится на контакте «L», «нейтраль» сети на контакте «N», а «корпус» блока на контакте «E». Не допускается подключение фазы сети на контакт «E», так как это приводит к подаче напряжения на корпус блока и короткому замыканию по питающей сети!

Цоколёвка разъёмов «СЕТЬ» и «ВЫХОД 1,3кВ» приведена в таблицах 9 и 10;

подключить цепи разъёма «Внешнее управление» (пользуясь вилкой DB-25M из комплекта поставки) к блокировочным и управляющим цепям установки. Если эти цепи не используются, то изготовьте и установите на разъёмы «Внешнее управление» технологические заглушки, соединяющие цепи «0VSD» и «DELS», пользуясь указанной в

настоящем ТО их цоколёвкой.

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

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ УПРАВЛЕНИЯ.

8.1. Подключите блок «ИВЭ-140S» к однофазной сети переменного тока 220В, 50Гц. На передней панели блока должен засветиться светодиод-индикатор «DES/DEP» красным цветом подтверждая подключённое к сети состояние и отсутствие выходного напряжения.

8.2. Переверните тумблер «ON/OFF» в верхнее положение и блок включится «по сети», о чем свидетельствует свечение двух 3,5-разрядных семисегментных светодиодных индикаторов контроля данных «УИ» (см. рис.1). Кроме этого засветятся ещё и все остальные светодиоды-индикаторы зелёным цветом.

8.3. Прогрейте блок в течение 5 мин.

8.4. Блок питания может работать в следующих режимах стабилизации выходных параметров: **напряжения, тока и мощности**. Состояние режима стабилизации блока, как указывалось выше, отображается зелёным свечением светодиодов-индикаторов «U», «I», «P» на его передней панели (см. рис.1.). Переход из одного режима стабилизации в другой осуществляется автоматически в зависимости от импеданса нагрузки и заданных опорных величин напряжения, тока и мощности в пределах выходных «ВАХ» приведённых на рис.4.

В каждом из режимов стабилизации могут использоваться несколько частотных режимов, а именно:

- **дугозащиты на постоянном токе,**
- **частотной коммутации и дугозащиты с фиксированной паузой,**
- **частотной коммутации и дугозащиты с частотой от внешнего генератора.**

В режиме внешнего управления по интерфейсу «RS-485» доступны ещё два частотных режима:

- **частотной коммутации и дугозащиты с постоянной скважностью (меандр),**
- **частотной коммутации и дугозащиты с квазипостоянной скважностью (несимметричный меандр),**

8.4.1. Работа блока «ИВЭ-140S» в режиме стабилизации напряжения.

8.4.1.1. Нажмите кнопку «OUT/IN» блока, и его «УИ» перейдёт в режим измерения опорных напряжения и тока, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, при этом пропадёт зелёное свечение светодиода-индикатора «KZ/OUT». Верхний индикатор при этом отображает значение опорного (задаваемого) напряжения в вольтах, а нижний – опорного тока в миллиамперах.

8.4.1.2. Вращением ручки-регулятора «U» установите необходимое значение опорного напряжения (Uоп) – максимальная величина -650В.

8.4.1.3. Вращением ручки-регулятора «I» установите на максимум значение опорного тока (Iоп) равного 500мА, либо больше предполагаемой рабочей величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.1.4. Нажмите кнопку «UI/FP», и верхний индикатор «УИ» перейдёт в режим измерения опорной (задаваемой) частоты выходных импульсов от внутреннего генератора, а нижний - в режим измерения опорной (задаваемой) выходной мощности блока, при этом зелёное свечение светодиода-индикатора «PU/UI» исчезнет. Верхний индикатор при этом будет отображать заданную частоту генерации выходных импульсов в килогерцах, а нижний - значение опорной (задаваемой) выходной мощности в ваттах.

8.4.1.5. Вращением ручки-регулятора «P» установите значение опорной (задаваемой) выходной мощности (Pоп) на максимум равный 199,9Вт, либо больше предполагаемой рабочей 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 светодиод-индикатор «DFZ/DEF» зелёным цветом. Если же работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то нажмите кнопку «DEF/EF». Зелёное свечение светодиода-индикатора «DFZ /DEF» при этом исчезнет. Вращением ручки-регулятора «F» - установите необходимую величину частота повторения выходных импульсов – минимально бкГц, а максимально 60кГц.

8.4.1.7. Если работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то для изменения вида частотной коммутации это возможно только с внешнего цифрового интерфейса «RS-485».

8.4.1.8. Для перевода «УИ» в режим измерения выходных напряжений и тока отожмите кнопки «OUT/IN» и «UI/FP». Подтверждение этого режима контроля выходных данных служит свечение светодиодов-индикаторов контроля режимов «KZ/OUT» и «PU/UI» зелёным цветом.

8.4.1.9. Для включения разрешения подачи напряжения «поджога» разряда на выход блока переведите тумблер «DEV/EV» в нижнее положение. При этом зелёное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEV» исчезнет, и «МККПР» будет подготовлен к включению напряжения «поджога» разряда. При использовании режима «автоподжога» оставьте тумблер «DEV/EV» в среднем положении.

8.4.1.10. Для включения выходного напряжения «МК» и напряжения «поджога» разряда «МККПР» блока нажмите кнопку «DEP/EP». При этом погаснет светодиод-индикатор контроля режимов «DES/DEP» и замкнётся реле в «МСФКМ» блока. На выходе блока появится напряжение «поджога» разряда величиной до -1280В. В режиме измерения данных выхода верхний индикатор «УИ» будет показывать выходное напряжение «МК», практически равное опорному напряжению, а нижний - средний выходной ток равный току «поджога» разряда.

8.4.1.11. Для включения выходного напряжения блока нажмите кнопку «DEW/EW», при этом исчезнет зелёное свечение светодиода-индикатора «DKW/DEW» и силовой транзистор в «МККПР» перейдёт в проводящее состояние, а выход «МК» соединится с нагрузкой. При этом «УИ» будут показывать истинные значения выходных напряжения и тока. При нажатии кнопки «UI/FP» пропадёт зелёное свечение светодиода-индикатора «PU/UI». При этом верхний индикатор «УИ» будет отображать частоту срабатывания «дугозащиты» на возникающие в нагрузке «микродуги» в герцах, а нижний - выходную мощность в ваттах.

8.4.1.12. Ручкой-регулятором «U» можно более точно выставить выходное напряжения уже при работе блока на нагрузке. Свечение «только светодиода-индикатора «U» свидетельствует о чистом режиме стабилизации по напряжению.

8.4.1.13. Для отключения выходного напряжения блока отожмите кнопку «DEW/EW», при этом засветится зелёным цветом светодиод-индикатор контроля режимов «DKW/DEW».

8.4.1.14. Для выключения выходных напряжения «МК» и напряжения «поджога» разряда «МККПР» блока отожмите кнопку «DEP/EP», при этом засветится светодиод-индикатор контроля режима «DES/DEP».

8.4.2. Работа блока «ИВЭ-140S» в режиме стабилизации тока.

8.4.2.1. Нажмите кнопку «OUT/IN» блока, и его «УИ» перейдёт в режим измерения опорных напряжения и тока, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, при этом пропадёт зелёное свечение светодиода-индикатора «KZ/OUT». Верхний индикатор при этом отображает значение опорного (задаваемого) напряжения в вольтах, а нижний – опорного тока в миллиамперах.

8.4.2.2. Вращением ручки-регулятора «U» установите на максимум значение опорного напряжения ($U_{оп}$) равного -650В, либо больше предполагаемой рабочей величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.2.3. Вращением ручки-регулятора «I» установите значение необходимое опорного тока ($I_{оп}$) – максимальная величина 500мА.

8.4.2.4. Нажмите кнопку «UI/FP», и верхний индикатор «УИ» перейдёт в режим измерения опорной (задаваемой) частоты выходных импульсов от внутреннего генератора, а

нижний - в режим измерения опорной (задаваемой) выходной мощности блока, при этом зелёное свечение светодиода-индикатора «PU/UI» исчезнет. Верхний индикатор при этом будет отображать заданную частоту генерации выходных импульсов в килогерцах, а нижний - значение опорной (задаваемой) выходной мощности в ваттах.

8.4.2.5. Вращением ручки-регулятора «P» установите значение опорной (задаваемой) выходной мощности (Pop) на максимум равный 199,9Вт, либо больше предполагаемой рабочей 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» должна оставаться в отжатом состоянии и светиться светодиод-индикатор «DFZ/DEF» зелёным цветом. Если же работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то нажмите кнопку «DEF/EF». Зелёное свечение светодиода-индикатора «DFZ /DEF» при этом исчезнет. Вращением ручки-регулятора «F» - установите необходимую величину частота повторения выходных импульсов – минимально бкГц, а максимально 60кГц.

8.4.2.7. Если работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то для изменения вида частотной коммутации это возможно только с внешнего цифрового интерфейса «RS-485».

8.4.2.8. Для перевода «УИ» в режим измерения выходных напряжений и тока отожмите кнопки «OUT/IN» и «UI/FP». Подтверждение этого режима контроля выходных данных служит свечение светодиодов-индикаторов контроля режимов «KZ/OUT» и «PU/UI» зелёным цветом.

8.4.2.9. Для включения разрешения подачи напряжения «поджога» разряда на выход блока переведите тумблер «DEV/EV» в нижнее положение. При этом зелёное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEV» исчезнет, и «МККПР» будет подготовлен к включению напряжения «поджога» разряда. При использовании режима «автоподжога» оставьте тумблер «DEV/EV» в среднем положении.

8.4.2.10. Для включения выходного напряжения «МК» и напряжения «поджога» разряда «МККПР» блока нажмите кнопку «DEP/EP». При этом погаснет светодиод-индикатор контроля режимов «DES/DEP» и замкнётся реле в «МСФКМ» блока. На выходе блока появиться напряжение «поджога» разряда величиной до -1280В. В режиме измерения данных выхода верхний индикатор «УИ» будет показывать выходное напряжение «МК», практически равное опорному напряжению, а нижний - средний выходной ток равный току «поджога» разряда.

8.4.2.11. Для включения выходного тока (напряжения) блока нажмите кнопку «DEW/EW», при этом исчезнет зелёное свечение светодиода-индикатора «DKW/DEW» и силовой транзистор в «МККПР» перейдёт в проводящее состояние, а выход «МК» соединится с нагрузкой. При этом «УИ» будут показывать истинные значения выходных напряжения и тока. При нажатии кнопки «UI/FP» пропадёт зелёное свечение светодиода-индикатора «PU/UI». При этом верхний индикатор «УИ» будет отображать частоту срабатывания «дугозащиты» на возникающие в нагрузке «микродуги» в герцах, а нижний - выходную мощность в ваттах.

8.4.2.12. Ручкой-регулятором «I» можно более точно выставить выходной ток уже при работе блока на нагрузке. Свечение «только светодиода-индикатора «I» свидетельствует о чистом режиме стабилизации по току.

8.4.2.13. Для отключения выходного тока (напряжения) блока отожмите кнопку «DEW/EW», при этом засветится зелёным цветом светодиод-индикатор контроля режимов «DKW/DEW».

8.4.2.14. Для выключения выходных напряжения «МК» и напряжения «поджога» разряда «МККПР» блока отожмите кнопку «DEP/EP», при этом засветится светодиод-индикатор контроля режима «DES/DEP».

8.4.3. Работа блока «ИВЭ-140S» в режиме стабилизации мощности.

8.4.3.1. Нажмите кнопку «OUT/IN» блока, и его «УИ» перейдёт в режим измерения опорных напряжения и тока, которые отобразятся на двух 3,5-разрядных индикаторах, при этом пропадёт зелёное свечение светодиода-индикатора «KZ/OUT». Верхний индикатор при

этом отображает значение опорного (задаваемого) напряжения в вольтах, а нижний – опорного тока в миллиамперах.

8.4.3.2. Вращением ручки-регулятора «U» установите на максимум значение опорного напряжения ($U_{оп}$) равного -650В, либо больше предполагаемой рабочей величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.3.3. Вращением ручки-регулятора «I» установите на максимум значение опорного тока ($I_{оп}$) равного 500мА, либо больше предполагаемой рабочей величины при работе блока на реальную нагрузку.

8.4.3.4. Нажмите кнопку «UI/FP», и верхний индикатор «УИ» перейдёт в режим измерения опорной (задаваемой) частоты выходных импульсов от внутреннего генератора, а нижний - в режим измерения опорной (задаваемой) выходной мощности блока, при этом зелёное свечение светодиода-индикатора «PU/UI» исчезнет. Верхний индикатор при этом будет отображать заданную частоту генерации выходных импульсов в килогерцах, а нижний - значение опорной (задаваемой) выходной мощности в ваттах.

8.4.3.5. Вращением ручки-регулятора «P» установите необходимое значение опорной (задаваемой) выходной мощности ($P_{оп}$) – максимальная величина 199,9Вт.

8.4.3.6. Если работа блока будет проводиться в режиме «дугозащиты» на постоянном токе, то кнопка «DEF/EF» должна оставаться в отжатом состоянии и светиться светодиод-индикатор «DFZ/DEF» зелёным цветом. Если же работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то нажмите кнопку «DEF/EF». Зелёное свечение светодиода-индикатора «DFZ /DEF» при этом исчезнет. Вращением ручки-регулятора «F» - установите необходимую величину частота повторения выходных импульсов – минимально бкГц, а максимально 60кГц.

8.4.3.7. Если работа блока будет проводиться в режиме частотной коммутации и дугозащиты, то для изменения вида частотной коммутации это возможно только с внешнего цифрового интерфейса «RS-485».

8.4.3.8. Для перевода «УИ» в режим измерения выходных напряжений и тока отожмите кнопки «OUT/IN» и «UI/FP». Подтверждение этого режима контроля выходных данных служит свечение светодиодов-индикаторов контроля режимов «KZ/OUT» и «PU/UI» зелёным цветом.

8.4.3.9. Для включения разрешения подачи напряжения «поджога» разряда на выход блока переведите тумблер «DEV/EV» в нижнее положение. При этом зелёное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEV» исчезнет, и «МККПР» будет подготовлен к включению напряжения «поджога» разряда. При использовании режима «автоподжога» оставьте тумблер «DEV/EV» в среднем положении.

8.4.3.10. Для включения выходного напряжения «МК» и напряжения «поджога» разряда «МККПР» блока нажмите кнопку «DEP/EP». При этом погаснет светодиод-индикатор контроля режимов «DES/DEP» и замкнётся реле в «МСФКМ» блока. На выходе блока появится напряжение «поджога» разряда величиной до -1280В. В режиме измерения данных выхода верхний индикатор «УИ» будет показывать выходное напряжение «МК», практически равное опорному напряжению, а нижний - средний выходной ток равный току «поджога» разряда.

8.4.3.11. Для включения выходной мощности (тока, напряжения) блока нажмите кнопку «DEW/EW», при этом исчезнет зелёное свечение светодиода-индикатора «DKW/DEW» и силовой транзистор в «МККПР» перейдёт в проводящее состояние, а выход «МК» соединится с нагрузкой. При этом «УИ» будут показывать истинные значения выходных напряжения и тока. При нажатии кнопки «UI/FP» пропадёт зелёное свечение светодиода-индикатора «PU/UI». При этом верхний индикатор «УИ» будет отображать частоту срабатывания «дугозащиты» на возникающие в нагрузке «микродуги» в герцах, а нижний - выходную мощность в ваттах.

8.4.3.12. Ручкой-регулятором «P» можно более точно выставить выходную мощность уже при работе блока на нагрузке. Свечение «только светодиода-индикатора «P» свидетельствует о чистом режиме стабилизации по мощности.

8.4.3.13. Для отключения выходной мощности (тока, напряжения) блока отожмите кнопку «DEW/EW», при этом засветится зелёным цветом светодиод-индикатор контроля режимов «DKW/DEW».

8.4.3.14. Для выключения выходных напряжения «МК» и напряжения «поджога» разряда «МККПР» блока отожмите кнопку «DEP/EP», при этом засветится светодиод-индикатор контроля режима «DES/DEP».

8.4.3.15. Блок допускает в штатном режиме включение и выключение «МК» при заранее выполненной команде «EW» - разрешения включения «МККПР». При этом реальное включение или выключение «МККПР» будет происходить аппаратно синхронно с включением или выключением «МК».

8.4.4. Выходная «ВАХ» блока «ИВЭ-140S».

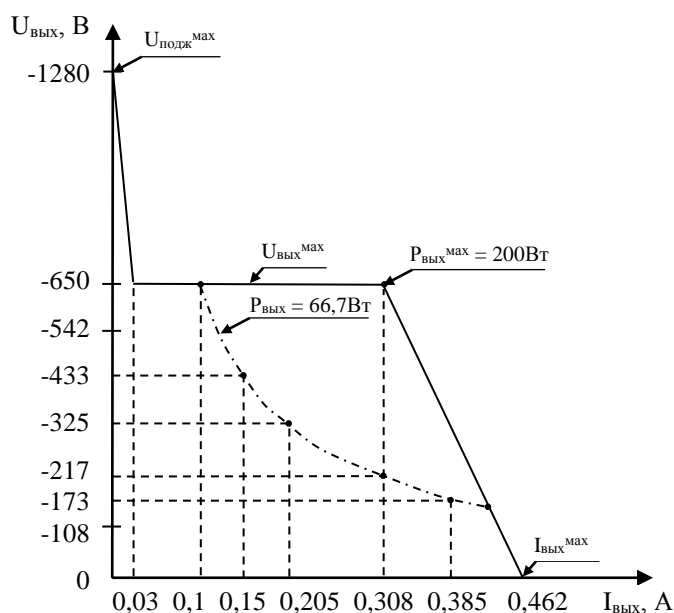


Рис.4. Выходная «ВАХ».

8.4.5. Реакция блока «ИВЭ-140S» 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 светодиод-индикатор «DKP/DEV» красным цветом на «ПИР» (рис.1). Выходное напряжение блока пропадает до момента прихода «МК» в нормальный температурный режим, но при этом «МККПР» продолжает работать и на выходе блока остаётся только напряжение «поджога» разряда. Сигнал перегрева «МК» транслируется и во внешний цифровой интерфейс «RS-485».

- в перегреве «МККПР», а именно его силового транзистора, его работа блокируется, в нём загорается красный светодиод и светодиод-индикатор «DKW/DEW» на «ПИР» (рис.1). Выходное напряжение на выходе блока пропадает до момента прихода «МККПР» в нормальный температурный режим. Аналогичным образом блокируется работа «МККПР» при перегреве в нём защитной «ограничительной» цепи, но при этом кроме красного светодиода в нём на «ПИР» (рис.1) загораются светодиоды-индикаторы «DFZ/DEF» красным цветом и «DKW/DEW» зелёным. Выходное силовое напряжение блока пропадает и соответствующий сигнал перегрева «МККПР» транслируются во внешний интерфейс «RS-485». При этом «МККПР» частично продолжает работать и на выходе блока остаётся только напряжение «поджога» разряда. Следует обратить внимание, что при блокировке (закрытии) силового транзистора в «МККПР», на «УИ» уменьшается показание выходного тока до уровня тока «поджога», а напряжение при этом индицируется на выходе «МК», то есть на входе закрытого «МККПР» и будет соответствовать опорному (заданному) напряжению.

ВНИМАНИЕ! Перегрев защитной «ограничительной» цепи «МККПР» 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 коаксиальный кабель наименьшей длины.

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

8.4.5.2. Перенапряжение питающей сети блока при превышении более 15% от номинала вызывает блокировку включения «МК» и, как следствие невозможность выполнить команду «ЕР» и включить выходное напряжение блока. При этом на «ПИР» светится индикатор «DES/DEP» красным цветом, а сигнал этого состояния передаётся во внешний интерфейс «RS-485».

При превышении питающей сети более 20% произойдёт полная блокировка включения блока «по сети», то есть невозможно будет выполнить команду «ON», если блок не был включён, или его полное выключение «по сети», при этом все светодиодные индикаторы «ПИР» и индикаторы «УИ» погаснут кроме светодиодов-индикаторов «DES/DEP».

Следует обратить внимание, что при возврате уровня напряжения питающей сети в норму, каналы блока автоматически возвратятся в те режимы, которые были до появления перенапряжения.

8.4.5.3. Перенапряжение по выходу «МК» блока более $|-650|В$ приводит к срабатыванию самозащиты «МК», что вызовет его самоблокировку и пульсирующее свечение в нём красного светодиода, а также аналогичное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEV» красным цветом. 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/DEV» или подобрать иные режимы работы блока. Слабое подсвечивание индикатора «DKP/DEV» красным цветом не является сигналом аварийного режима, а только предупреждает о приближении к таковому.

8.4.5.4. Короткое замыкание («КЗ», $U_{\text{вых}} \leq |-60|В$ (регулируется от -10В до -90В)) по выходу блока при его длительности более $0,5с \div 3с$ вызывает выключение «МК» и «МККПР» автоматической командой «DEP» с отключением выходного напряжения. При этом на «ПИР» блока постоянно светится светодиод-индикатор «KZ/OUT» красным светом, а сигнал этого состояния транслируется во внешний цифровой интерфейс «RS-485». Блок будет находиться в таком состоянии пока из вне не будет подана команда «DEP» или «DEW». Поступление одной из этих команд при состоянии «KZ» сбрасывает триггер «замыкания» в исходное состояние, пропадает красное свечение светодиода-индикатора «KZ/OUT» и блока снова готов к выполнению команды «ЕР» или «EW», то есть к включению выходного напряжения. В блоке заложен следующий алгоритм распознавания «КЗ»: напряжение на выходе блока снижается менее $|-10 \div -90|В$ при условии задания опорных величин по напряжению и току более 10% от максимальных.

8.4.5.5. Кратковременные «квази-замыкания» на выходе блока или импульсные изменения выходного напряжения менее $|-10В \dots -90В|$ будут приводить, как указывалось в п.4.2. ТО к срабатыванию «дугозащиты» и отключению выхода от питающего его «МК» посредством «МККПР» на время порядка $30мкс \div 80мкс$. Превышения же импульсного пикового выходного тока более $0,4А \dots 2,0А$ будут приводить к аналогичному отключению выходного напряжения уже на время $400мкс \div 1000мкс$. 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 красного светодиода-индикатора «DFZ/DEF» на «ПИР» блока (рис.1), а более частые вызывают его почти постоянное свечение. Повторимся, что частота таких ситуаций отображается на верхнем индикаторе «УИ» переключённым в режим показаний частоты «дугозащиты» с

максимальной индикацией в 199,9Гц, 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 снижают 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 ручном режиме управления блоком можно частично используя внешний интерфейс «RS-485» изменять следующие частотные режимы:

8.5.1. Подав команду «А2» внутренний задающий генератор и «МККПР» перейдут в режим «частотной коммутации и дугозащиты с несимметричным меандром», при котором длительность паузы между импульсами больше длительности импульсов на 4мкс. Состояние этого режима отображается красным свечением светодиода-индикатора «1/2/3/4» на «ПИР».

Подав команды «А1» и «А2» внутренний задающий генератор и «МККПР» перейдут в режим «частотной коммутации и дугозащиты с меандром», при котором длительность импульса равна длительности паузы. При этом на «ПИР» блока светится красно-зелёным цветом светодиод-индикатор «1/2/3/4», и соответственно работа осуществляется в режиме «частотной коммутации и дугозащиты с постоянной скважностью».

Подав только одну команду «А1» внутренний задающий генератор и «МККПР» перейдут в режим «частотной коммутации и дугозащиты с фиксированной паузой между импульсами в 4мкс». При этом на «ПИР» блока светится зелёным цветом светодиод-индикатор «1/2/3/4». В данном блоке этот режим полностью эквивалентен режиму «частотной коммутации и дугозащиты с фиксированной паузой», что и установлена «по умолчанию», то есть без подачи команд «А1» и(или) «А2» и без свечения светодиода-индикатора «1/2/3/4».

8.5.2. Нажатием/отжатием кнопки «DEF/EF» в блоке включается/выключается внутренний задающий генератор управления «МККПР», и «ПИР» блока не светится/светится зелёным цветом светодиод-индикатор «DFZ/DEF». При этом блок переходит из режима «дугозащиты на постоянном токе» в режимы «частотной коммутации и дугозащиты».

8.5.3. Режим «частотной коммутации и дугозащиты с частотой от внешнего генератора» осуществляется при выключенном внутреннем генераторе (на «ПИР» блока светится зелёным цветом светодиод-индикатор «DFZ/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 «OVS») подаются управляющие импульсные сигналы «TTL-уровней» от внешнего генератора. При этом на контакте №14 (цепь «+5VS») разъёма «ВУ» относительно контакта №1 (цепь «OVS») 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 (светодиод-индикатор «DFZ /DEF» не светится зелёным цветом), то будет происходить суммирование их частот по «нулевому» состоянию, т.е. по закрытому (непроводящему) состоянию силового транзистора в «МККПР». 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. При переводе тумблера «DEV/EV» в нижнее положение разрешается включение источника поджога магнетронного разряда в «МККПР» блока и гаснет зелёное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEV», а при его переводе в верхнее положение напряжение поджога выключается, и засветится зелёным цветом светодиод-индикатор «DKP/DEV». Эти

же команды могут выполняться и по цифровой «TTL-шине» синхронизации с разъёма «Внешнее управление» блока путём подачи на его контакт №22 (цепь «DEVS») относительно контактов №7 или №13 (цепь «0VSD») сигнала нулевого «TTL-уровня» (менее +0,6В, либо соединив их между собой) соответствующего команде «DEV» запрета работы источника «поджога» разряда. И обратно – подав высокий уровень (более +4В, но менее +5,5В, либо отсоединив эту цепь) – выполнится команда «EV» и включится источник «поджога». 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. Состояние этих команд задаваемых с «Внешнего управления» подтверждается зелёным свечением или погасанием светодиода-индикатора «DKP/DEV» на «ПИР» блока.

ВНИМАНИЕ! Цепи «0VSD», «DEVS» гальванически связаны с цепями управления интерфейса «RS-485», а именно с «+5VSD», «COPUS», «А», «В», «P1», «P2», поэтому при работе от компьютерного «Внешнего управления» и необходимостью использования шины «DEVS» желательно для обеспечения помехоустойчивости использовать дополнительную гальваническую опторазвязку.

8.6.2. Быстро отключить напряжение с выхода блока, не выключая «МК» можно отжатием кнопки «DEW/EW», при этом засветится светодиод-индикатор «DKW/DEW» зелёным цветом и силовой транзистор в «МККПР» перейдёт в непроводящее электрический ток состояние, тем самым отсоединив выход блока от «МК». Обратно подать напряжение на выход, можно нажав кнопку «DEW/EW», при этом зелёное свечение светодиода-индикатора «DKW/DEW» исчезнет и силовой транзистор в «МККПР» вернётся 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 силовой транзистор в «МККПР» в непроводящее состояние. И обратно – подав высокий уровень (более +4В, но менее +5,5В) или отсоединив эту цепь – выполнится команда «EW» и силовой транзистор в «МККПР» вернётся 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 светодиода-индикатора «DKW/DEW» зелёным цветом на «ПИР» блока. 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.

8.6.3. Информация о количестве и виде срабатывания «дугозащиты» по превышению пикового тока выводится в режиме реальной частоты и длительности на контакт №16 (цепь «DFTS») относительно контакта №1 (цепь «0VS») разъёма «Внешнее управление», а по «понижению» выходного напряжения – на контакт №21 (цепь «DFZS»). 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» канала блока, а высокому уровню - более +4В, но менее +5,5В – соответствует открытое (проводящее) состояние силового транзистора в «МККПР». Длительность нулевых уровней порядка 50мкс соответствуют срабатыванию «дугозащиты» по изменению импеданса нагрузки и «провалу» выходного напряжения менее $|-10В...-90В|$, а их длительность на уровне 400мкс÷1000мкс – по превышению максимального импульсного тока системы в 0,4А÷2,0А. 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».

8.6.4. 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» и «DFZS», 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 или реле.

8.7. Выключение блока «ИБЭ-140S» по «сети».

8.7.1. Штатное выключение блока по «сети» должно производиться при выключенном выходном напряжении (токе, мощности), то есть после выполнении команды «DEP» и подтверждения этого состояния свечением светодиода-индикатора «DES/DEP», путём перевода тумблера «ON/OFF» в среднее или нижнее положения.

8.7.2. Для экстренного выключения блока по «сети» сразу переведите тумблер «ON/OFF» в нижнее положение.

ВНИМАНИЕ! При его последующем переводе в верхнее положение, если блок оставался подключённым к сети, он переходит в тот же режим работы, что до его перевода в нижнее положение!

8.7.3. Выключить блок «по сети», или заблокировать его включение «по сети», можно и с разъёма «Внешнее управление». Для этого необходимо отсоединить цепи «DELS» (контакт №4) от цепей «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 №7,13).

ВНИМАНИЕ! При последующим подсоединении этих цепей, если блок оставался подключённым к сети, он переходит в тот же режим работы, что до их отсоединения!

Команды «ON-OFF» по цепям «DELS» полностью идентичны переводу тумблеров «ON/OFF» в нижние положения. В связи с этим вышеуказанную цепь 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-158-59/6» (ИБЭ3.158.400-59/6). В «МУ» посредством переустановки движков переключателя JS4/JP4 выставить приемлемый ток «дугозащиты» пользуясь его значениями, указанными в таблице 7. 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 таблице 8. Вставить «МУ» на своё место и одеть кожух.

8.9. Перевод блока «ИБЭ-140S» в режим внешнего управления.

8.9.1. Переход блока в режим внешнего управления по интерфейсу «RS-485» при выключенном «по сети» блоке посредством тумблера «ON/OFF», находящегося в среднем положении, происходит автоматически в момент его включения «по сети» командой «DEL-ON» с внешнего интерфейса.

Для перевода блока в режим внешнего управления по интерфейсу «RS-485» при включённом «по сети» блоке посредством тумблера «ON/OFF» используются цепи «COPUS» и «+0VSD» разъёма «Внешне управление». При этом на контактах №6 и №12 (цепь «+5VSD») разъёмов «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», произойдёт переход управления блоком от «ручного управления» на внешнее от цепей «А», «В», «0VSD» шины интерфейса «RS-485» разъёма «Внешнее управление». Задание с «ручек-регуляторов «U», «I», «P», «F» опорных уровней напряжения, тока, мощности и частоты при этом будет заблокировано. При этом в «МУ» блока будут поступать от «МСС» раскодированные значения этих уровней с интерфейса «RS-485». Состояние «захвата» внешнего управления отображается на «ПИР» блока свечением светодиода-индикатора «PU/UI» красным цветом. В момент обратного перехода управления от внешнего интерфейса «RS-485» к ручному, т. е. с размыканием цепей «COPUS» и «+0VSD», блок заработает по опорным данным с регуляторов «U», «I», «P» и «F». При этом красное свечение светодиода-индикатора «PU/UI» исчезнет. Следует для дальнейшей работы учесть, что при переключении блока с «ручного» на внешнее управление происходит лишь переключение цепей по которым передаются в «МУ» опорные (задающие) параметры напряжения, тока, мощности и частоты, либо от потенциометров «U», «I», «P», «F» расположенных в «ПИР», либо преобразованные аналоговые величины с разъёма «Внешнее управление» от внешнего цифрового интерфейса «RS-485». Таким образом, при работе блока в режиме ручного управления интерфейс внешнего управления остаётся активным на выполнение всех дискретных команд в блок и на передачу от блока его состояний и данных выходных напряжения, тока, мощности и частоте срабатывания «дугозащиты».

Кроме того, следует учитывать, что в блоке применено логическое «ИЛИ» по командам «OFF», «DEP», «DEV», «DEW», «DEF», «IN», «FP», «PU» при их выполнении с органов ручного управления или 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. Последовательность подачи управляющих команд от внешнего интерфейса должна быть такой же, как при ручном управлении.

8.9.2. Наименование цепей и их состояний (команд по ним), а также «цоколёвка» разъёма «Внешнее управление» по его цифровым «TTL-цепям» блока приведены в таблице 1.

ВНИМАНИЕ! Цепи «0VS», «+5VS», «+5VSD», «0VSD», «DES», «DEWS», «DELS», «COPUS», «TFS», «DFTS», «DFZS», «COPS», «DPS», «A», «B», «P1», «P2» разъёма «Внешнее управление» гальванически изолированы как от выходных и питающих цепей блока, так и от его корпуса на потенциал до ±1000В с целью обеспечения помехоустойчивости.

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

9.1. Физическая реализация.

Каналы блока подключаются 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 «0VSD» и цепи согласования сети «P1», «P2», через гнёзда разъёмов 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 «A»), 10,18 (цепь «B»), 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 1

№ конт	Цепь	Уровень сигнала	Назначение сигнала	
7, 13	OVSD	0В	Общий цепей «DEVS», «COPUS», «DELS», «A», «B», «P1», «P2»	
6,12	+5VSD	+5В±10%	Питание цепей «DEVS», «COPUS», «DELS», «A», «B», «P1», «P2»	
1	OVS	0В	Общий цепей «DES», «TFS», «DEWS», «DFTS», «DFZS»	
14	+5VS	+5В±10%	Питание цепей «DES», «TFS», «DEWS», «DFTS», «DFZS»	
Входные логические сигналы				
Требования к источнику сигнала		Высокий уровень		
		Напряжение	Ток, $I_{\text{вых}}$	
		$U_{\text{вых}}$	Величина	Направление
		$\geq 4\text{ В}$	$\leq 10\text{ мкА}$	К источнику
		Низкий уровень		
		Напряжение	Ток, $I_{\text{вых}}$	
		$U_{\text{вых}}$	Величина	Направление
		$\leq 0,4\text{ В}$	$\leq 10\text{ мА}$	К источнику
4	DELS	Высокий	Выключение блока «по сети» и блокировка включения.	
9	COPUS	Низкий	Включение внешнего управления (ток вкл. 10 мА).	
22	DEVS	Низкий	Выключение выходного напряжения поджога разряда в «МККПР».	
3	DEWS	Низкий/высокий	Выключение/включение «МККПР» и выходного напряжения	
2	TFS	Низкий/высокий	Внешний генератор (Выключение/включение «МККПР»).	
Выходные логические сигналы				
Параметры выходных сигналов блока		Высокий уровень		
		Напряжение	Ток, $I_{\text{вых}}$	
		$U_{\text{вых}}$	Величина	Направление
		$\geq 4\text{ В}$	$\leq 200\text{ мкА}$	От источника сигнала
		Низкий уровень		
		Напряжение	Ток, $I_{\text{вых}}$	
		$U_{\text{вых}}$	Величина	Направление
		$\leq 0,4\text{ В}$	$\leq 10\text{ мА}$	К источнику сигнала
15	DES	Низкий/высокий	Подтверждение команды и состояния «DEP»/«EP».	
16	DFTS	Низкий 600мкс	Частота срабатывания «дугозащиты по току».	
21	DFZS	Низкий 50мкс	Частота срабатывания «дугозащиты по напряжению».	

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 «DELS», «COPUS».
6, 12	+5VSD	+5В±10%	Питание шины «RS-485» и цепей «DELS», «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. Такая же скорость обмена данными и сетевой адрес блока выставлены при его поставке.

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.

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	

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.

9.2.2.2. Регистры аналоговых данных 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». 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 для каналов блока.

Таблица 4

Номер регистра	Чтение/запись	Название регистра	Назначение регистра	Диапазон значений	Коэффициент преобразования
R0x01	Чп/зп	COIA	Задание уровня выходного тока	0x0000 - 0x0FFF	500мА/4096
R0x02	Чп/зп	COUA	Задание уровня выходного напряжения	0x0000 - 0x0FFF	650В/4096
R0x03	Чп/зп	COPA	Задание уровня выходной мощности	0x0000 - 0x0FFF	200Вт/4096
R0x04	Чт/зп	COFA	Задание уровня частоты повторения выходных импульсов	0x0000 - 0x00FF	60кГц/256
R0x05	Чт/зп	COTA	*Резерв (не используется)	0x0000 - 0x00FF	*/256
R0x07	Чт	DIA	Данные выходного тока	0x0000 - 0x03FF	512мА/1024
R0x08	Чт	DUA	Данные выходного напряжения	0x0000 - 0x03FF	665,6В/1024
R0x0F	Чт/зп	COTUA	*Резерв (не используется)	0x0000 - 0x00FF	*/256
R0x10	Чт	DPA	Данные выходной мощности	0x0000 - 0x03FF	204,8Вт/1024
R0x11	Чт	DFA	Данные частоты срабатывания дугозащиты при появлении микродуг и(или) микропробоев	0x0000 - 0x03FF	204,8Гц/1024
R0x12	Чт/зп	COTIA	*Резерв (не используется)	0x0000 - 0x00FF	*/256
R0x13	Чт/зп	COITA	*Резерв (не используется)	0x0000 - 0x00FF	*/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 версии управления из-за необходимости совместимости с другими моделями блоков. В данном варианте его функциональность ограничена и сводится к тому, чтобы имелась возможность формировать ответные пакеты при записи данных. Его состояние не определено, а 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.

9.2.3. Форматы пакетов.

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

Таблица №5

	№ бита	Наименование бита	Назначение бита	Соответствие бита команде
старший байт	7	DEW	Включение/выключение силового транзистора в «МККПР» (выходного напряжения, тока, мощности без вкл./откл. «МСФКМ»)	0-вкл./1-выкл.
	6	OUT	Отображение на «УИ» выходных/опорных параметров	0-вых./1-опорн.
	5	DEV	Включение/выключение в «МККПР» узла поджога (выходного напряжения «поджога» разряда)	0-вкл./1-выкл.
	4	DEP	Включение/выключение «МК» (выходного напряжения, тока, мощности с вкл./откл. «МСФКМ»)	0-вкл./1-выкл.
	3	DEL	Включение/выключение каналов блока «по сети»	0-выкл./1-вкл.
	2	A2 (3/4)	Включение/выключение внутреннего генератора и «МККПР» в режим «несимметричного меандра»	0-выкл./1-вкл.
	1	A1 (1/2)	Включение/выключение внутреннего генератора и «МККПР» в режим «с фиксированной паузой»	0-выкл./1-вкл.
	0	DEF	Включение/выключение внутреннего 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 «УИ» 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	DEL	Включение / выключение блока “по сети”	0 -включен / 1 -выключен
	4	DEZ	Несоответствие импеданса нагрузки (перегрев ограничительной цепи в «МКК»)	0-перегрев/1-норма
	3	DKW	Перегрев силовых транзисторов в «МКК»	0-перегрев/1-норма
	2	DKZ	«КЗ»- короткое замыкание на выходе блока	0-«КЗ» /1-норма
	1	DK	Перегрев и (или) перенапряжение «МК»	0- перегрев /1- норма
	0	DE	Наличие выходного напряжения, тока, мощности	0- отсутствие /1- наличие

9.2.3.1. Запрос от внешнего контроллера данных из регистров блока:

01 52 02 00 01 05 КС - запрос данных из регистров

```

| | | | | |
| | | | | +---- контрольная сумма (суммирование всего + КС = 0)
| | | | | +----- конечный запрашиваемый регистр для чтения (в данном примере R0x05)
| | | | +----- первый запрашиваемый регистр для чтения (в данном примере R0x01)
| | | +----- старший байт длины послыки
| | +----- младший байт длины послыки
| +----- команда чтение данных, код символа R
+----- адрес блока (устройства), кому данные

```

В длину послыки входят байты между старшим байтом длины послыки и байтом контрольной суммы (КС), так в данном примере в длину послыки входят два байта со значениями 01 и 05, в ниже следующем примере в длину послыки 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

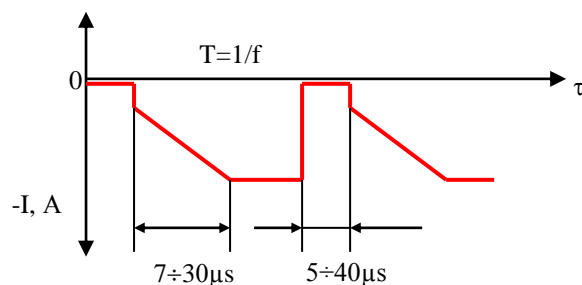
												+---	контрольная сумма (суммирование всего + KC = 0)
												+-----	статус старший байт
												+-----	статус младший байт
												+-----	признак ответ на данные для записи в регистр, код символа W
												+-----	адрес блока (устройства), от кого данные

9.2.4. Последовательность подачи управляющих команд на управляющие цепи блока должна быть идентична последовательности этих команд описанных в разделах 8 и 9 настоящего ТО, а последовательность команд опроса данных с блока может быть произвольной.

ВНИМАНИЕ! Несоблюдение последовательности подачи управляющих команд по включению/выключению блока «по сети» и по «выходному напряжению» может привести к потере работоспособности изделия.

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 неравновесность 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 600мкс после каждого импульса тока и резкое снижение его средней величины на уровень в $\approx 0,05A$. 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 50мкс, 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. импульсное 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 «МККПР» приводящие к росту температуры их радиаторов и уменьшению КПД блока, что ведёт к снижению средней длительно достижимой его выходной мощности.

Таблица 7.

Канал №1 «Дугозащита по I»	
Положение JS4/JP4	
Подключён	Ток, А
R185 +R185-1 +R185-2	1,8÷2,2
R185 +R185-1	1,62÷1,98
R185 +R185-2	1,44÷1,76
R185	1,26÷1,54
R185-1 +R185-2*	0,99÷1,11
R185-1	0,76÷0,93
R185-2	0,54÷0,66
-	0,18÷0,22

Таблица 8.

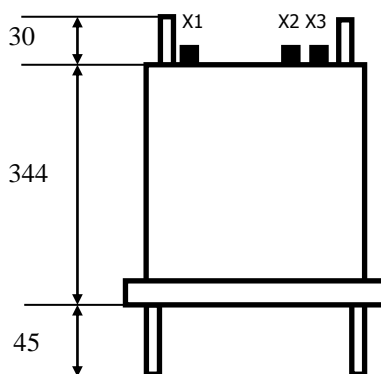
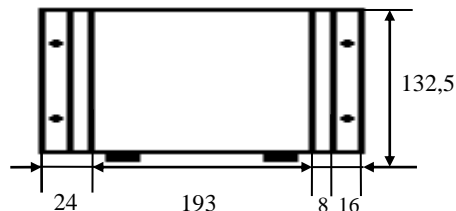
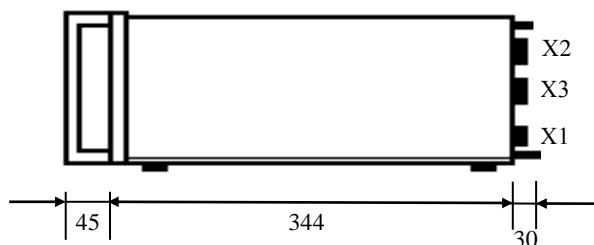
Канал №1 «Дугозащита по U»	
Положение JS3/JP3	
Подключён	Напр., В
R200 +R201 +R202	89÷91
R200 +R201	79÷81
R200 +R202	72÷74
R200*	62÷64
R201 +R202	43÷45
R201	37÷39
R202	25÷27
R203	11÷13

Таблица 9.

«СЕТЬ»	
Контакт	Цепь
L	Фаза
N	Нейтраль
E	Корпус

Таблица 10.

«ВЫХОД 1,3кВ»	
Контакт	Цепь
1	U1-
2	U1+



Входные и выходные цепи:

X1 – сеть;

X2 – выход;

X3 – внешнее управление.

Рис.6. Габаритный эскиз блока.

10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.

Блок «ИВЭ-140S» 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 вентилятора блока.	Перед началом работы.	Путем определения всасывания рукой.
2	Продувка входного и выходного тракта каждого вентилятора.	200 часов работы.	Сначала всосать пыль с сеток входного и выходного отверстия. Затем продуть тракт пылесосом.
3	Полная регламентная очистка.	Через 1000 часов работы.	Сняв верхнюю крышку вынуть ячейки, продуть пылесосом ячейки и кросс-платы.

11. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ.

11.1. Наименование блока и его обозначение нанесены на лицевой панели блока.

11.2. Товарный знак помещён в верхнем левом углу блока.

11.3. Заводской порядковый номер блока и год выпуска размещены на задней панели блока на шильдике.

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 до нуля. Загорается индикатор ДКР.	Неправильно настроена термозащита МК. Неисправен вентилятор.	Замените МК. Замените вентилятор.
Светодиод-индикатор «DES/DEP» сети светятся, а блок не включается.	Неисправен модуль дежурного питания на кросс-плате. Неисправен модуль МСС.	Заменить модуль дежурного питания. Заменить модуль МСС.
Нет выходного напряжения, но светодиод ДКР не горит.	Не работает МК. Через вентилятор посмотреть горит ли зеленый светодиод на модуле МК при работающем блоке.	Если светодиод не горит, то заменить МК.
Не светится один из светодиодов сети.	Перегорел предохранитель в блоке разъёма «СЕТЬ~220В».	Заменить предохранитель.
Блок не включается по сети.	Вышел из строя транзистор в МСФКМ.	Заменить МСФКМ.
Нет выходного напряжения блока.	Вышел из строя МСФКМ.	Заменить МСФКМ.

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°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°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, m/s^230

продолжительность воздействия, h.....1

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

14. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ.

В случае отказа изделия в работе или неисправности его в период гарантийных обязательств, а также обнаружения некомплектности при первичной приёмке изделия, потребитель должен выслать на юридический адрес предприятия-изготовителя для переписки письменное извещение со следующими данными:

- обозначение прибора, заводской номер, дата выпуска и дата ввода в эксплуатацию;
- наличие заводских пломб и паспорта;
- характер дефекта (или некомплектности);
- наличие у потребителя контрольно-измерительной аппаратуры для проверки прибора;
- адрес и номер телефона для оперативной связи;
- гарантийное письмо для оплаты ремонта изделий по истечении гарантийного срока, либо с нарушенными условиями эксплуатации, хранения, ввода в действие.

Телефон для связи: +7 (495) 362-05-81; +7 (985) 987-66-42. E-mail: plazmaivep@mail.ru

Данное техническое описание с версией прошивки микроконтроллера V4.5. соответствует блоку «ИВЭ-140S» с зав. № 14001.