

ООО «ПЛАЗМА-ТЕХ»

«ИВЭ-271RFS»

Генератор ВЧ

**Техническое описание и инструкция по эксплуатации
ИВЭ2.271.000RFS ТО и ИЭ**

**МОСКВА
-2020-**

1. НАЗНАЧЕНИЕ.

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

1.2. Генератор ВЧ (RF) «ИВЭ-271RFS» одноканальный - имеет выходной импеданс 50 Ом и выходное высокочастотное напряжение с частотой 13,56 МГц предназначенное для его подачи на активную нагрузку сопротивлением 50 Ом или на иную нагрузку (ёмкостную/индуктивную, низко/высокоимпедансную) при работе совместно с автоматическим согласующим устройством «АСУ-271», либо с иным необходимым устройством согласования.

1.3. Генератор ВЧ имеет оптоизолированный интерфейс внешнего управления «RS-485» с протоколом «Modbus RTU» ориентированный для работы в составе автоматизированного оборудования.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ.

2.1. Генератор ВЧ «ИВЭ-271RFS» предназначен для эксплуатации в составе лабораторного и промышленного оборудования при:

- температуре окружающего воздуха от +10 до +35°C;
- температуре охлаждающей жидкости от +10 до +40°C и потоком $\approx 0,3$ л/мин при давлении до 4атм;
- 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 однофазной питающей сети 220 В $\pm 15\%$, 48-62 Гц.

2.2. Выходные параметры:

2.2.1. Выходная активная ВЧ(RF)-мощность, регулируемая*, Вт.....	от 30 до 1000
2.2.2. Выходное амплитудное ВЧ(RF)-напряжение, регулируемое*, В.....	от 20 до 317
2.2.3. Нестабильность выходной активной ВЧ(RF)-мощности, %, не более**.....	3
2.2.4. Нестабильность выходного амплитудного ВЧ(RF)-напряжения, %, не более**.....	2
2.2.5. Нелинейность регулирования выходной активной ВЧ(RF)-мощности, %**.....	2,5
2.2.6. Нелинейность регулирования выходного амплитудного ВЧ(RF)-напряжения, %**.....	1,5
2.2.7. Частота выходного напряжения, МГц.....	13,56 \pm 0,01%
2.2.8. Максимальное выходное амплитудное ВЧ(RF)-напряжение, В.....	400
2.2.9. Максимальный выходной амплитудный ВЧ(RF)-ток, А.....	8,0
2.2.10. Предел выходной полной амплитудной ВЧ(RF)-мощности, ВА.....	2800
2.2.11. Предел отражённой средней ВЧ(RF)-мощности, Вт.....	400
2.2.12. Высшие гармоники на выходе при мощности 1000Вт*, dBc.....	-30
2.2.13. Амплитуда НЧ(100Гц) пульсаций выходного ВЧ(RF)-напряжения*, dBc.....	-30
2.2.14. Время выхода на 90% от заданной выходной мощности (напряжения), мс.....	350
2.3. КПД (P _{DC} /P _{AC} // P _{вч} /P _{DC} // P _{вч} / P _{AC}), не менее*.....	0,85//0,82//0,697
2.4. Потребляемая электрическая мощность, не более, Вт*.....	1435
2.5. Максимальная потребляемая электрическая мощность, не более, Вт.....	2000
2.6. Охлаждение и режим работы.....	принудительное воздушно-жидкостное и ПВ=100%
2.7. Масса, кг.....	15
2.8. Габаритные размеры, мм.....	225x140x438

* при работе на активную нагрузку сопротивлением 50 Ом \pm 5%.

** в диапазоне выходной активной мощности и напряжения от 20% до 100%.

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ.

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Генератор ВЧ «ИВЭ-271RFS»	ИВЭ2.271.000RFS	1	
Техописание и инструкция по эксплуатации	ИВЭ2.271.000RFS ТО и ИЭ	1	
Паспорт	ИВЭ2.271.000RFS ПС	1	
Вилка кабельная	СР-50-164ФВ	1	
Вилка	ДВ-25М	1	С кожухом
Вставка плавкая	ПК-6x30-2А	1	
Вставка плавкая	ПК-6x30-10А	2	
Розетка	2РМ22КПН4Г3В1	1	

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ.

4.1. Принцип действия генератора ВЧ.

4.1.1. Генератор ВЧ «ИВЭ-171RFS» представляет собой источник вторичного электропитания с бестрансформаторным сетевым входом, работающий на частотах преобразования 45÷55кГц и 13,56МГц. Блок основан на двух сборках транзисторных конверторных модулей, питаемых: первый - переменным сетевым напряжением от однофазного помехоподавляющего сетевого фильтра («МСФ»), второй - постоянным регулируемым силовым внутриблочным напряжением, получаемым от первого модуля. Оба управляются посредством модуля управления и сопряжения сигналов («МУСС»). Таким образом, преобразование сетевого питающего напряжения в выходное высокочастотное осуществляется последовательно в два этапа посредством двух модулей: первого модуля конвертора («МК») и второго модуля усилителя мощности высокой частоты («МУМВЧ»). От выходного управляемого постоянного напряжения с уровнем 0В÷+50В первого низковольтного «МК», мощностью 1,7кВт, питается «МУМВЧ». Его выходное ВЧ-напряжение с амплитудой 0В÷400В и выходной ВЧ-ток с амплитудой до 8А, поступает на выходной разъём генератора ВЧ. На согласованную нагрузку 50 Ом «МУМВЧ» выдаёт среднюю активную ВЧ-мощность до 1030Вт. Для потребления от питающей сети почти синусоидального тока, «МК» схемотехнически и функционально осуществляет коррекцию коэффициента мощности.

4.1.2. Формирование всех алгоритмов работы, обработка и формирование сигналов управления, а также сигналов данных осуществляется в «МУСС».

4.1.3. ВЧ-напряжение с частотой 13,56МГц формируется в «МУМВЧ», имеющий в своём составе задающий кварцевый генератор. Затем оно поступает на ВЧ-драйвер, и далее на оконечный ВЧ-усилитель мощности, расположенные в этом же модуле. С выхода оконечного ВЧ-усилителя мощности ВЧ-напряжение поступает на вход узла «ВЧ-измерений», также находящийся в «МУМВЧ», и с его выхода на коаксиальный выходной разъём блока. «МУМВЧ» при работе в классе «D» на номинальную резистивную нагрузку 50 Ом при активной мощности в ней обеспечивает КПД преобразования постоянного питающего его напряжения во выходное высокочастотное на уровне 82%.

Кроме того, в «МУМВЧ» имеется узел термозащиты, обеспечивающий отключение ВЧ-напряжения при перегреве силовых ВЧ-транзисторов или защитно-ограничительной цепи вследствие работы на несогласованных режимах (нагрузках) или при работе с температурой окружающего воздуха более +35°C, а также при отсутствии принудительного жидкостного охлаждения.

«МУМВЧ» имеет самозащиту от «рассогласованных» режимов работы при которых достигаются амплитудные выходной ВЧ-ток 8,25А и напряжение на стоках ВЧ-транзисторов 150В.

4.1.4. Преобразованные в узле «ВЧ-измерений» по виду и уровню сигналы выходных ВЧ-напряжения, ВЧ-тока и средней активной ВЧ-мощности «МУМВЧ» поступают для дальнейшей обработки в «МУСС», который анализируя их и задаваемые значения, определяет режим стабилизации генератора ВЧ.

4.1.5. Генератор ВЧ имеет 3,5-разрядную цифровую индикацию выходных и задаваемых параметров: активной ВЧ-мощности, амплитуд ВЧ-напряжения и ВЧ-тока, напряжения питания «МУМВЧ» и их регулирование с передней панели блока, а также светодиодную индикацию всех режимов работы и, соответственно, их выбор с помощью кнопок, расположенных на передней панели блока. Эти элементы индикации и управления конструктивно образуют модуль индикации и регулирования («МИР»).

4.1.6. Генератор ВЧ оснащен узлом управления вентиляторами («УУВ»), который поддерживает постоянный тепловой режим «МК», «МУМВЧ» и увеличивает ресурс работы вентилятора.

4.1.7. В генераторе ВЧ имеются модули дежурного и сервисного питания («МДП» и «МСП»), вырабатывающие соответственно дежурные напряжения ±5В, необходимые для работы «МСФ» и «МУСС», и сервисное напряжение +24В, которое необходимо для питания «УУВ» и «МУМВЧ».

4.1.8. Выход генератора ВЧ может соединяться с нагрузкой непосредственно через выходной кабель или же дополнительно, с целью уменьшения высших гармоник в выходном напряжении, через подключаемый к его выходу узел выходного ВЧ-фильтра.

4.2. Работа генератора ВЧ в целом.

4.2.1. Переменное однофазное напряжение ≈220В поступает через сетевой кабель на «МСФ», где стоят предохранители, защищающие сеть от КЗ в блоке. Фазное напряжение через предохранитель 2А поступает на реле «МСФ» и в «МДП», расположенный на кроссплате генератора ВЧ. Если генератор ВЧ подключён к питающей сети и «МДП» исправен, то на «МИР» светится светодиод-индикатор «DES/ON».

4.2.2. При поступлении сигнала включения генератора ВЧ «по сети» происходит срабатывание реле в «МСФ» и сетевое напряжение ~220В преобразовывается в напряжение +300В и поступает на питание «МСП», «МУСС» и «МК».

В «МСП» из напряжения +300В вырабатывается постоянное напряжение +24В поступающее в «УУВ» для питания вентилятора охлаждения и в «МУМВЧ» для питания его задающего генератора, ВЧ-драйвера и узла термозащиты. В «МУСС» из постоянного напряжения +300В посредством установленных

в нём узлов сервисных напряжений вырабатываются напряжения +5В и ±15В, которые поступают как в сам модуль, так и в «МК», «МИР» и «МУМВЧ».

Работу узлов сервисных напряжений «МУСС» подтверждает свечение двух семисегментных 3,5-разрядных светодиодных индикаторов «МИР» и двухцветных светодиодов-индикаторов режимов, что также свидетельствует о включении генератора ВЧ «по сети».

4.2.3. «МУСС» вырабатывает нормированные сигналы данных о величинах выходных амплитудных ВЧ-напряжения и ВЧ-тока, эффективных выходной активной и отражённой ВЧ-мощностях, питающего «МК» постоянного (DC) напряжения, а также аналоговый сигнал управления («COD») для «МК».

При подаче в «МУСС» команды (сигнала) «ЕР» на включение питающего «МК» DC-напряжения, в «МСФ» срабатывает магнитный пускатель и сетевое напряжение ~220В поступает на «МК». Выходное напряжение величиной от 0В до +50В с «МК» поступает на входной разъём «МУМВЧ». В зависимости от величины сигнала управления «COD», поступающего из «МУСС», мощность «МК» изменяется от 0 до 1700Вт при номинальном входном сетевом напряжении. Таким образом, при изменении сигнала «COD», поступающего от «МУСС», происходит регулировка выходного напряжения «МК». В «МУСС» стоят три схемы сравнения, которые сравнивают опорные сигналы от переменных резисторов-регуляторов, расположенных на «МИР», с сигналами обратной связи по DC-напряжению, амплитудному выходному ВЧ-напряжению (ВЧ-току) и эффективной выходной активной ВЧ-мощности, формируя вышеуказанный выходной сигнал «COD». Регулирование и стабилизация выходной активной ВЧ-мощности осуществляется путём изменения напряжения питания «МУМВЧ» при неизменном входном ВЧ сигнале поступающим от задающего кварцевого генератора через ВЧ-драйвер. Величина этого напряжения питания в режиме стабилизации активной ВЧ-мощности, или амплитуды ВЧ-напряжения (ВЧ-тока), или питающего DC-напряжения определяется величиной сигнала «COD», вырабатываемого ПИД-регулятором «МУСС», на основании сравнения трёх опорных уровней: задаваемой выходной активной ВЧ-мощности с уровнем текущей активной выходной ВЧ-мощности измеряемой узлом ВЧ-измерений, или задаваемого выходного амплитудного ВЧ-напряжения с уровнем текущего выходного амплитудного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) измеряемой узлом ВЧ-измерений, или задаваемого питающего DC-напряжения с уровнем текущего питающего DC-напряжения.

4.2.4. Согласование выходного импеданса «МУМВЧ» с импедансом нагрузки осуществляется внешним автоматическим устройством согласования «АСУ-271», либо любым другим устройством согласования, способным работать как в автоматическом режиме, так и в режиме ручного управления, либо иным согласующим устройством любого производителя.

4.2.5. Все необходимые команды и регулировки при ручном режиме управления вырабатываются кнопками и потенциометрами-регуляторами, расположенными в «МИР» на передней панели генератора ВЧ. При внешнем управлении генератора ВЧ все необходимые команды и регулировки поступают в «МУСС» от последовательного оптоизолированного цифрового интерфейса «RS-485» с разъёма «Внешнее управление», выходящего на заднюю панель.

4.2.6. Превышение сетевого напряжения на 15% вызовет свечение красным цветом светодиода-индикатора «DES/ON» и при отсутствии зелёного свечения этого светодиода-индикатора вызовет срабатывание пускателя в «МСФ», что приведет к выключению выходных напряжений «МК» и «МУМВЧ» с трансляцией этого состояния во внешний интерфейс «RS-485». Превышение сетевого напряжения на +20% вызовет отключение генератора ВЧ «по сети» и невозможность его включения, пока питающее напряжение не будет в норме.

4.2.7. «МК» имеет две самозащиты. Первая – перегрев ведет к его отключению и загоранию на нём красного светодиода, а также к свечению красным цветом светодиода-индикатора «DKP/DEP» на «МИР» и трансляции этого состояния во внешний интерфейс «RS-485». Вторая - от перенапряжения по его выходу. Если напряжение на выходе «МК» превышает +55В, то он выключится, и загорится красный светодиод, и также засветится красным цветом светодиод «DKP/DEP». К сожалению, отличить перегрев от перенапряжения на высоком выходном DC-напряжении невозможно, поэтому работать при выходном напряжении более +50В не допускается, для устранения повышенных пульсаций на выходе, которые могут привести к выходу из строя «МК» и(или) «МУМВЧ».

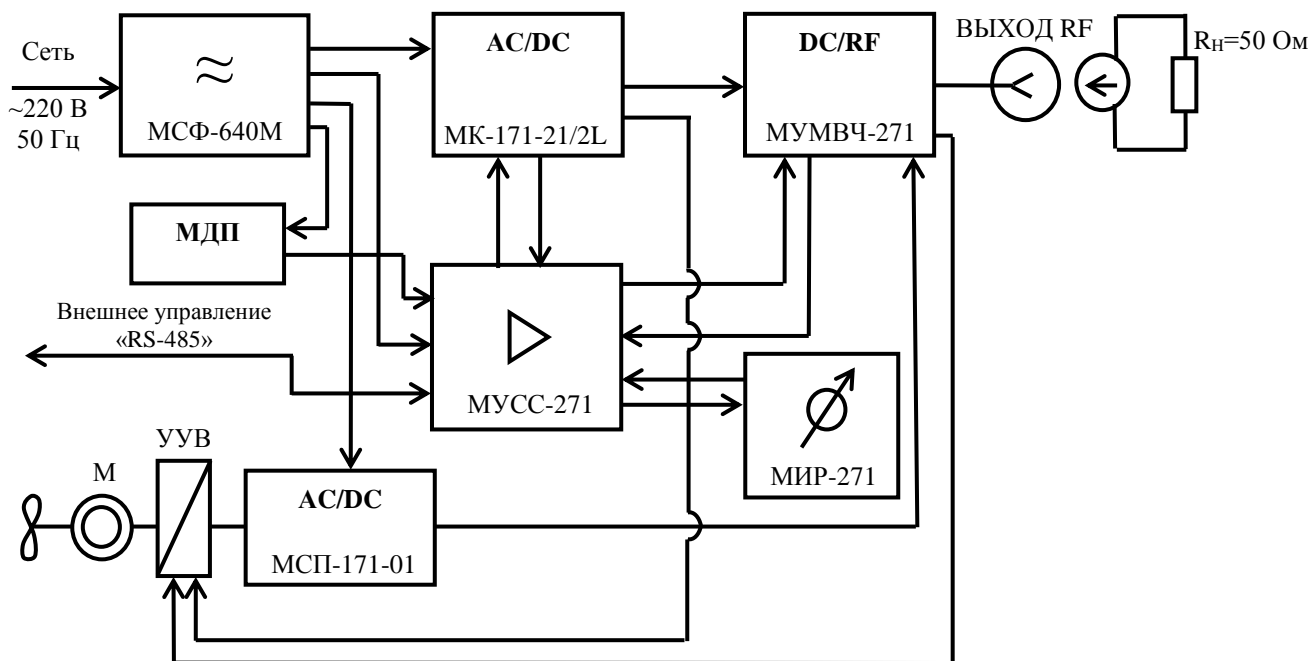
4.2.8. «МУМВЧ» имеет четыре самозащиты. Первая - перегрев его ВЧ-транзисторов ведет к прекращению подачи RF-напряжения от задающего генератора на ВЧ-драйвер, пропаданию выходного ВЧ-напряжения, к появлению красного свечения светодиода-индикатора «DKW/OUT» и трансляции этого состояния во внешний интерфейс «RS-485». Вторая - перегрев его защитной ограничительной цепи по амплитудному напряжению на стоках ВЧ-транзисторах также ведет к прекращению подачи ВЧ-напряжения от задающего генератора на ВЧ-драйвер, пропаданию выходного ВЧ-напряжения, к появлению красного свечения светодиода-индикатора «DZW/RU» и трансляции этого состояния во внешний интерфейс «RS-485». Третья и четвёртая - превышение амплитудного ВЧ-тока более 8,25А на выходе «МУМВЧ» и амплитудного напряжения более 150В на стоках ВЧ-транзисторов также приводит к

прекращению подачи ВЧ-напряжения от задающего генератора на ВЧ-драйвер, пропаданию выходного RF-напряжения на время порядка $4 \div 6$ мкс, с одновременным появлением красного пульсирующего или постоянного свечения светодиода-индикатора «DEV».

4.2.9. При переходе генератора ВЧ в режим стабилизации одного из параметров « $U_{RF}(I_{RF})$ », «PRF» или « U_{DC} » начинает светиться зелёным цветом соответствующий светодиод-индикатор «URF», «PRF» или «UDC» на «МИР», расположенный возле одноимённых ручек потенциометров-регуляторов вышеуказанных параметров. При несогласованности импеданса нагрузки параметрам выставленного режима ни один из светодиодов-индикаторов «URF», «PRF», «UDC» не светится.

Следует учитывать, что в генераторе ВЧ применён смешанный режим стабилизации по амплитуде выходного ВЧ-напряжения или выходного ВЧ-тока с одной ручки потенциометра-регулятора «URF» по принципу выделения наибольшего из двух сигналов. Задаваемому амплитудному значению « U_{RF} »=400В соответствует амплитудное значение « I_{RF} »=8,0А.

4.2.10. Функциональная схема генератора ВЧ приведена на нижеследующем рисунке:



4.3. Конструкция генератора ВЧ.

Генератор ВЧ выполнен в конструктиве «Евромеханика» с высотой крейта 3U и шириной 9,5". На основании крейта закреплена кроссплата, которая осуществляют коммутацию сигналов между модулями. Это обеспечивает при необходимости быструю замену модулей. Вид спереди на генератор ВЧ показан на рис.1, вид сзади – на рис.2, а расположение модулей и узлов в нём показано на рис.3.

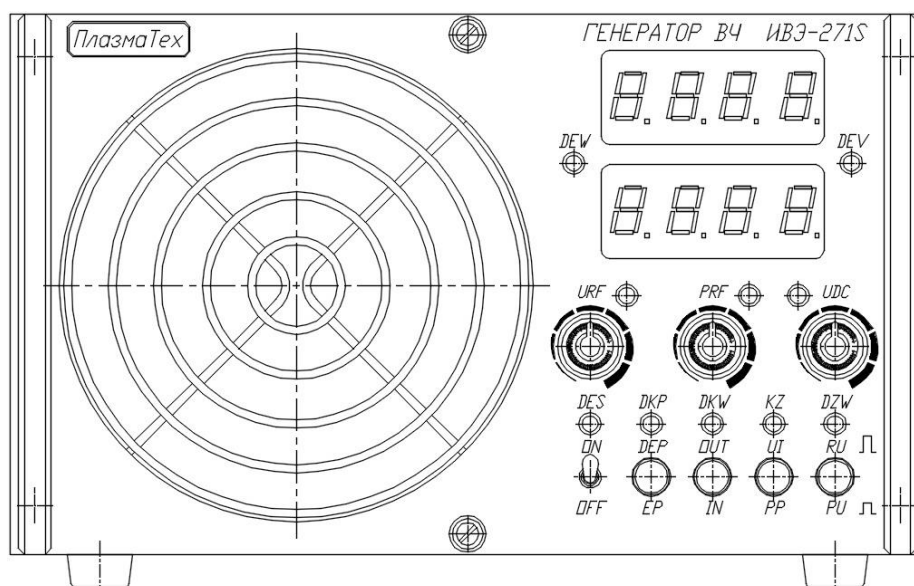


Рис.1. Внешний вид генератора ВЧ «ИВЭ-271RFS» спереди.

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 кроссплатой крейта.

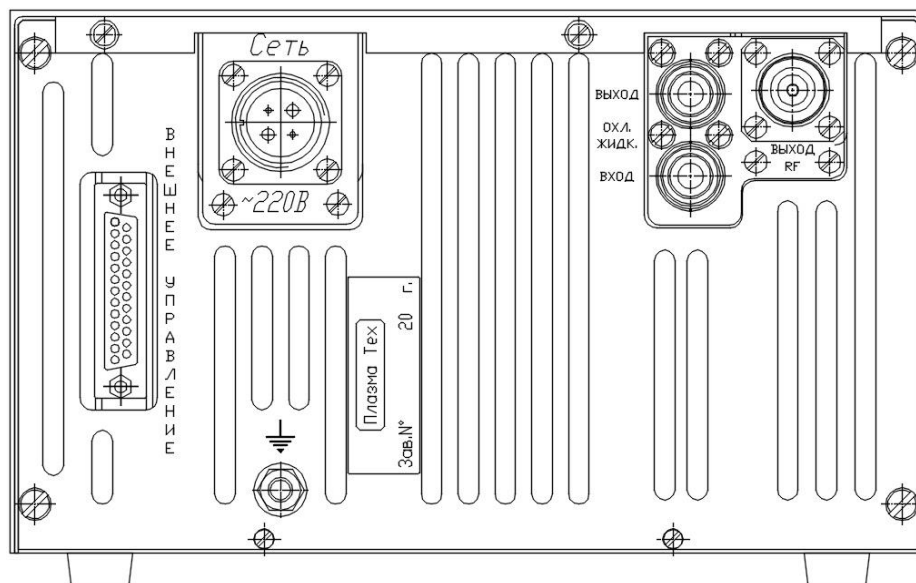


Рис.2. Внешний вид генератора ВЧ «ИБЭ-271RFS» сзади.

Любой модуль генератора ВЧ 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. Малые масса модулей (до 2,2кг) и габариты (до 311×126×58мм), позволяют осуществлять пересылку ремонтных или запасных модулей экспресс-почтой, что гарантирует малое время восстановления работы генератора ВЧ у отдаленных от изготовителя эксплуатационщиков.

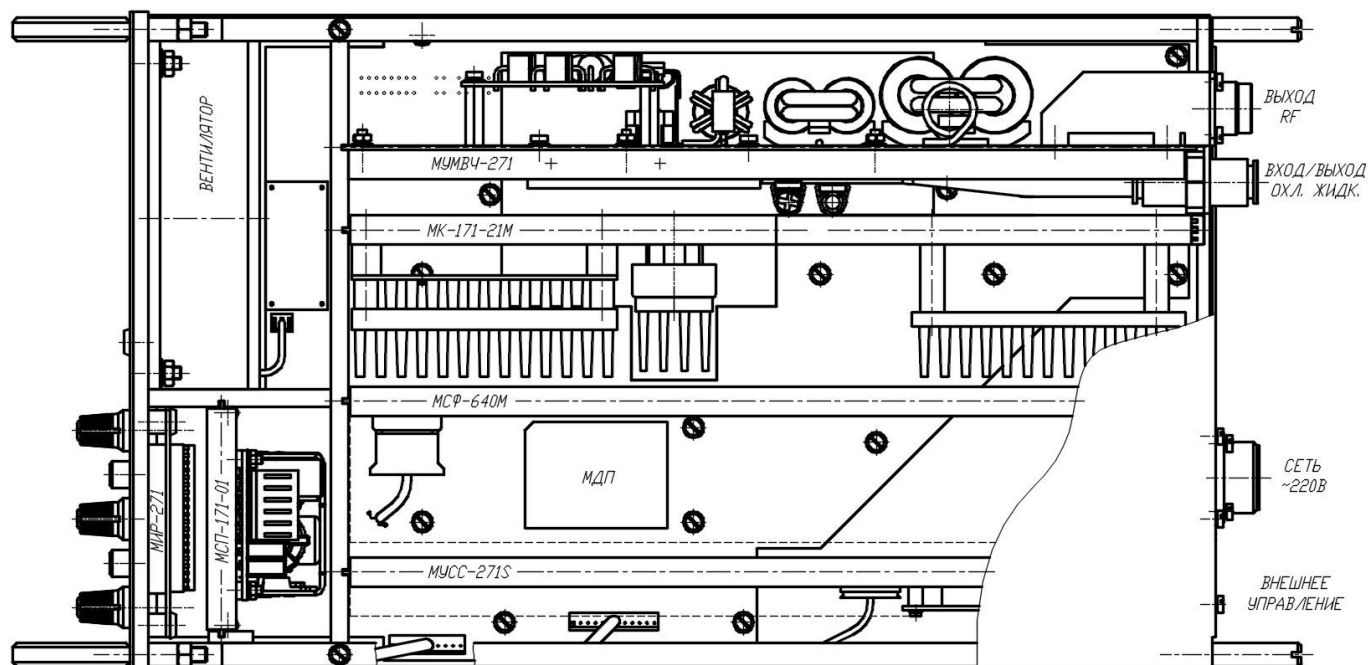


Рис.3. Расположение модулей в генераторе ВЧ «ИБЭ-271RFS».

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.

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

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

5.3. Перед включением генератора ВЧ в сеть необходимо заземлить клемму защитного заземления, обозначенную символом \perp и расположенную на задней панели генератора.

5.4. Запрещается снимать и надевать сетевой и выходной разъемы при включенном питающем сетевом и выходном напряжении.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

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

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

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

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

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

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.

7.1. Перед началом работы внимательно изучите техническое описание и ознакомьтесь с расположением органов управления и индикации на передней панели генератора ВЧ (см. рис.1) и последовательностью нажатия кнопок задания режимов. Сокращённые обозначения органов управления, индикации и коммутации «ИВЭ-271RFS» имеют следующую расшифровку:

- тумблер «ON/OFF» – включение/отключение генератора ВЧ «по сети»;

- кнопки задания режимов работы (здесь и далее – отжата//нажата):

«DEP/EP» – отключение//включение «МК» питающего DC-напряжением «МУМВЧ» и, как следствие отключение/включение выходного ВЧ(RF)-напряжения. «Отжата» - «DEP» - выключен «МК», и «нажата» - «EP» - включён «МК». Отключение//включение «МК» в этом режиме (этой кнопкой/этими командами) производится с отключением//включением силового сетевого питающего «МК» напряжения, посредством реле-пускателя в «МСФ» и сопровождаются акустическим щелчком;

«OUT/IN» – подключение 3,5-разрядных индикаторов «МИР» к выходным цепям//подключение 3,5-разрядных индикаторов «МИР» к опорным (задающим) цепям;

«UI/PP» – при отжатой кнопке «OUT/IN» – подключение 3,5-разрядных индикаторов «МИР» к цепям измерения выходных амплитудных ВЧ-напряжения и ВЧ-тока//подключение 3,5-разрядных индикаторов «МИР» к цепям измерения выходных средних активной и отражённой ВЧ-мощности;

«UI/PP» – при нажатой кнопке «OUT/IN» – подключение 3,5-разрядных индикаторов «МИР» к опорным (задающим) цепям измерения амплитудного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) и питающего DC-напряжения//подключение 3,5-разрядных индикаторов «МИР» к опорной (задающей) цепи средней активной ВЧ-мощности и к цепи измерения питающего DC-напряжения;

«RU/PU» – отключение//включение внешнего управления по интерфейсу «RS-485» (включение//отключение ручного управления). «Отжата» - «RU» - «ручное» управление. «Нажата» - «PU» - внешнее управление. Следует для работы учесть, что при переключении с «ручного» на внешнее управление, происходит лишь переключение цепей генератора ВЧ, по которым передаются в «МУСС» опорные (задающие) параметры напряжений и мощности, либо от регуляторов-потенциометров «URF», «UDC» и «PRF», расположенных в «МИР», либо раскодированные с разъёма «Внешнее управление» от внешнего интерфейса «RS-485».

ВНИМАНИЕ! В блоке применено приоритетное логическое «ИЛИ» по командам «OFF», «DEP», «IN» 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.

- регуляторы-потенциометры задания уровня:

«URF» – амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) генератора ВЧ, В;

«PRF» – средней выходной активной ВЧ-мощности генератора ВЧ, Вт;

«UDC» – напряжения DC-питания «МУМВЧ» (на выходе «МК»), В;

- одноцветные зелёные светодиоды-индикаторы режимов работы:

«URF» – стабилизации амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) генератора ВЧ;

«PRF» – стабилизации средней выходной активной ВЧ-мощности генератора ВЧ;

«UDC» – стабилизации DC-напряжения питания «МУМВЧ» (на выходе «МК»);

«DEW» – отключения режима определения «короткого замыкания» на выходе «МК»;
«DEV» – самозащиты «МУМВЧ» по превышению выходного амплитудного ВЧ-тока и (или) напряжения на стоках силовых ВЧ-транзисторов.

- двухцветные красно-зелёные светодиоды-индикаторы режимов работы:

«DES/ON» – красное свечение - запрет работы генератора ВЧ и (или) его «МК» в силу перенапряжения питающей сети при отсутствии зелёного свечения светодиода-индикатора DKP/DEP; зелёное свечение - наличие напряжения питающей сети и работоспособности «МДП»;

«DKP/DEP» – красное свечение – перегрев и (или) перенапряжение «МК»; зелёное свечение - запрет работы «МК» с отключением его от питающей сети посредством пускателя в «МСФ»;

«DKW/OUT» – красное свечение – перегрев силовых ВЧ-транзисторов в «МУМВЧ» и в связи с этим запрет его работы и работы «МК»; зелёное свечение – 3,5-разрядные индикаторы «МИР» индицируют показания выходных параметров генератора ВЧ. При отсутствии зелёного свечения 3,5-разрядные индикаторы «МИР» будут индицировать показания задаваемых (опорных) величин U_{RF} , P_{RF} , U_{DC} и реального U_{DC} ;

«KZ/UI» – красное свечение – «короткое замыкание» на выходе «МК» связанное со снижением его выходного напряжения менее пяти вольт при наличии задания опорного выходного напряжения более пяти вольт; зелёное свечение – 3,5-разрядные индикаторы «МИР» индицируют показания амплитуд выходных ВЧ-напряжения и ВЧ-тока или задаваемых (опорных) величин амплитудного ВЧ-напряжения и питающего DC-напряжения «МУМВЧ». При отсутствии зелёного свечения 3,5-разрядные индикаторы «МИР» будут индицировать значения средних выходных активной и отражённой ВЧ-мощностей или задаваемой (опорной) величины активной ВЧ-мощности (P_{RF}) и реального питающего «МУМВЧ» DC-напряжения (U_{DC});

«DZW/RU» – красное свечение – перегрев защитной ограничительной цепи в «МУМВЧ» в силу постоянного (регулярного) превышения амплитудного напряжения на стоках силовых ВЧ-транзисторах в нём и в связи с этим запрет его работы и работы «МК»; зелёное свечение – работа генератора ВЧ в режиме ручного управления;

- разъёмы:

«СЕТЬ 220В» - входной - для подключения сетевого силового питания 220В, 50Гц;

«ВЫХОД RF» - выходной – для подключения нагрузки непосредственно, или через узел выходного ВЧ-фильтра, или через согласующее устройство посредством выходного или соединительного коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50Ом;

«ВНЕШНЕЕ УПРАВЛЕНИЕ» - входной/выходной – для подключения цепей блокировки, цифровых «TTL-цепей» и сигнальных цепей «DATA+», «DATA-», «COM» внешнего управляющего устройства, имеющего цифровой интерфейс «RS-485».

- клемма защитного заземления \perp - для подключения шины защитного заземления.

- фиттинги «ОХЛАЖДЕНИЕ ЖИДКОСТНОЕ» (ОХЛ. ЖИДК.) - быстроразъёмные соединения под полиуретановые трубки с внешним диаметром 10мм:

«ВЫХОД» - отвод (слив) охлаждающей жидкости;

«ВХОД» - подвод (подача) охлаждающей жидкости.

7.2. Перед включением блока необходимо сделать следующее:

- заземлить клемма защитного заземления \perp голым медным проводом сечением не менее 2,5 кв.мм. на контур защитного заземления;

- подсоединить к фиттингам «ВХОД» и «ВЫХОД» полиуретановые трубки Ø10мм системы циркуляционного жидкостного (водяного) охлаждения;

- переведите тумблер «ON/OFF» в среднее положение, кнопки – в отжатое состояние, а регуляторы «URF», «PRF», «UDC» в крайние положения против часовой стрелки;

- подключите к разъёму «Внешнее управление» цепи блокировки включения блока «по сети», либо изготовьте и установите на него технологическую заглушку (предварительно изготовив её из вилки DB-25M), соединяющую цепи «0VSD» и «DELS» пользуясь указанной в настоящем ТО его цоколёвкой;

- подсоедините управляющий кабель наименьшей необходимой длины (предварительно изготовив его из вилки DB-25M и экранированного кабеля типа КММ2х0,2...КММ7х0,2) к разъёму «ВНЕШНЕЕ УПРАВЛЕНИЕ», учитывая приведённую в настоящем ТО его цоколёвку, и к разъёму управляющего устройства;

- подсоедините выходной кабель блока (предварительно изготовив его из вилки CP-50-164ФВ и коаксиального кабеля типа РК-50-7 необходимой длины) к разъёму «ВЫХОД» блока и к нагрузке, или к узлу выходного ВЧ-фильтра, или к согласующему устройству;

- подсоедините сетевой кабель (предварительно изготовив его из розетки 2PM22КПН4Г3В1 и провода ПВС3х1,5 необходимой длины) к разъёму «Сеть» генератора ВЧ, а затем к питающей сети через однофазный автомат защиты 10А;

Внимание! «Фаза» сети находится на контакте 2, «нейтраль» сети на контакте 3, а «корпус» блока на контакте 4. Не допускается иное подключение к питающей сети. Цоколёвка разъёма приведена в таблице №7.

7.3. Если хранение и транспортировка генератора ВЧ производились в условиях, отличающихся от рабочих, то перед работой необходимо выдержать его в рабочих условиях не менее одного часа.

8. РАБОТА ГЕНЕРАТОРА ВЧ ОТ ОРГАНОВ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ И «ЦИФРОВОЙ TTL-ШИНЫ».

8.1. Включите питающую генератор ВЧ сеть 220В/50Гц, и на его передней панели должен засветиться красно-зелёным цветом светодиод-индикатор «DES/ON» индикации напряжения питающей сети.

8.2. Включить циркуляцию охлаждающей жидкости.

8.3. Переверните тумблер «ON/OFF» в верхнее положение «ON». Должны засветиться зелёным цветом светодиоды-индикаторы «URF», «PRF», «UDC», «DKP/DEP», «DKW/OUT», «KZ/UI», «DZW/RU» и 3,5-разрядные семисегментные светодиодные индикаторы «МИР». Генератор ВЧ перешел в режим «включён по сети».

8.4. Прогрейте генератор ВЧ в течение 5 мин.

8.5. Генератор ВЧ может работать в следующих режимах:

- режим стабилизации питающего «МУМВЧ» DC-напряжения;
- режим стабилизации выходного амплитудного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока);
- режим стабилизации выходной средней активной ВЧ-мощности.

8.6. Работа генератора ВЧ в режиме стабилизации DC-напряжения питания «МУМВЧ» осуществляется следующим образом:

8.6.1. Переверните кнопку «OUT/IN» в нажатое состояние, подключив тем самым индикаторы «МИР» в режим измерения задающих (опорных) величин амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) и DC-напряжения питающего «МУМВЧ». Светодиод-индикатор «DKW/OUT» при этом перестанет светиться. Верхний индикатор «МИР» будет показывать значения амплитуды задаваемого выходного ВЧ-напряжения в вольтах, а нижний - будет показывать значения задаваемого DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах.

8.6.2. Регулятором-потенциометром «URF» задания амплитуды выходного ВЧ-напряжения выставьте максимальное значение 400В либо больше, чем предполагается рабочее.

8.6.3. Регулятором-потенциометром «UDC» задания DC-напряжения питания «МУМВЧ» выставьте требуемое значение в диапазоне от 0В до 50,0В.

8.6.4. Переверните кнопку «UI/PP» в нажатое состояние, подключив тем самым индикаторы «МИР» в режим измерения задающей (опорной) величины средней выходной активной ВЧ-мощности и реального питающего «МУМВЧ» DC-напряжения. Светодиод-индикатор «DKW/UI» при этом перестанет светиться. Верхний индикатор «МИР» будет показывать значения задаваемой средней выходной активной ВЧ-мощности в ваттах, а нижний - будет показывать значения реального DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах.

8.6.5. Регулятором-потенциометром «PRF» задания средней выходной активной ВЧ-мощности выставьте максимальное значение 1000Вт либо больше, чем предполагается рабочее.

8.6.6. Переверните кнопку «DEP/EP» в нажатое состояние, при этом исчезнет зелёное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEP» и красное свечение светодиода-индикатора «DES/ON», включится «МК», подавая питающее DC-напряжение на «МУМВЧ», и на выходе генератора ВЧ появится ВЧ-напряжение (ВЧ-ток). Нижний индикатор «МИР» будет показывать реальное значение DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах равное или близкое к выставленному опорному значению и должен светиться зелёным цветом светодиод-индикатор «UDC» при условии, что к выходу генератора ВЧ подсоединена «согласованная» нагрузка в диапазоне от 45Ом до 55Ом. Светодиоды-индикаторы «DKW/OUT» и «DKW/UI» при этом не светятся зелёным цветом.

8.6.7. Перевернув кнопку режимов «OUT/IN» в отжатое состояние, верхний индикатор «МИР» переключится в режим измерения реальной величины средней выходной активной ВЧ-мощности, а нижний индикатор в режим измерения реальной средней отражённой ВЧ-мощности. Светодиод-индикатор «DKW/OUT» при этом будет светиться зелёным цветом, а светодиод-индикатор «DKW/UI» не будет светиться зелёным цветом. Индикаторы «МИР» будут показывать значения этих мощностей в ваттах.

8.6.8. Перевернув кнопку режимов «UI/PP» в отжатое состояние, верхний индикатор «МИР» переключится в режим измерения реальной величины амплитуды выходного ВЧ-напряжения, а нижний индикатор в режим измерения реальной амплитуды выходного ВЧ-тока. Светодиоды-индикаторы «DKW/OUT» и «DKW/UI» при этом будут светиться зелёным цветом. Верхний индикатор «МИР» будет

показывать реальное значение амплитуды выходного ВЧ-напряжения в вольтах, а нижний - будет показывать реальное значение амплитуды выходного ВЧ-тока в амперах.

8.6.9. Регулятором-потенциометром «UDC» можно изменять (регулировать) напряжение питания «МУМВЧ» непосредственно при работе генератора ВЧ.

8.6.10. Подтверждением режима «чистой» стабилизации по DC-напряжению питания «МУМВЧ» является свечение только светодиода-индикатора «UDC» и совпадение величин реального и опорного напряжения питания. Если наблюдается ещё и подсвечивание светодиодов-индикаторов «URF» и (или) «PRF», то это свидетельствует о приближении к переходу стабилизации по выходному амплитудному ВЧ-напряжению (ВЧ-току) и (или) по выходной активной ВЧ-мощности.

Кроме того, при работе генератора ВЧ на несогласованную нагрузку, при увеличении задаваемого (опорного) DC-напряжения питания «МУМВЧ» может наблюдаться пульсирующее свечение светодиода-индикатора «DEV» красным цветом и светодиодов-индикаторов «URF», «PRF», «UDC» зелёным, а также ограничение (невозможность увеличения) реального напряжения питания «МУМВЧ». Это свидетельствует о срабатывании внутренних самозащит «МУМВЧ» или защиты по превышению предела средней отражённой ВЧ-мощности в 400Вт и необходимости проведения согласования импеданса нагрузки с выходным импедансом генератора ВЧ. Работа генератора ВЧ в этом случае будет крайне неустойчивой, и сопровождаться большими пульсациями выходных ВЧ-напряжения, ВЧ-тока, ВЧ-мощности.

8.6.11. Первоначальное согласование импеданса нагрузки с импедансом генератора ВЧ при ручном режиме управления рекомендуется осуществлять в режиме стабилизации DC-напряжения питания «МУМВЧ» или стабилизации амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) на достижение минимума показаний отражённой ВЧ-мощности при поддержании соотношения $U_{RF}^{AMP}/I_{RF}^{AMP}=45\div55$ Ом.

8.6.12. Для отключения выходного ВЧ-напряжения генератора ВЧ путём выключения «МК» со снятием с них питающего сетевого напряжения переведите кнопку «DEP/EP» в отжатое состояние, тем самым прекратится подача питающего «МУМВЧ» напряжения и засветятся зеленым цветом светодиоды-индикаторы «DKP/DEP», «URF», «PRF», «UDC» и красно-зелёным - «DES/ON».

8.7. Работа генератора ВЧ в режиме стабилизации амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) осуществляется следующим образом:

8.7.1. Переведите кнопку «OUT/IN» в нажатое состояние, подключив тем самым индикаторы «МИР» в режим измерения задающих (опорных) величин амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) и DC-напряжения питающего «МУМВЧ». Светодиод-индикатор «DKW/OUT» при этом перестанет светиться. Верхний индикатор «МИР» будет показывать значения амплитуды задаваемого выходного ВЧ-напряжения в вольтах, а нижний - будет показывать значения задаваемого DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах.

8.7.2. Регулятором-потенциометром «URF» задания амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) выставьте требуемое значение в диапазоне от 0В до 400В (от 0А до 8,0А).

8.7.3. Регулятором-потенциометром «UDC» задания DC-напряжения питания «МУМВЧ» выставьте максимальное значение 50В либо больше, чем предполагаемое рабочее.

8.7.4. Переведите кнопку «UI/PP» в нажатое состояние, подключив тем самым индикаторы «МИР» в режим измерения задающей (опорной) величины средней выходной активной ВЧ-мощности и реального питающего «МУМВЧ» DC-напряжения. Светодиод-индикатор «DKW/UI» при этом перестанет светиться. Верхний индикатор «МИР» будет показывать значения задаваемой средней выходной активной ВЧ-мощности в ваттах, а нижний - будет показывать значения реального DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах.

8.7.5. Регулятором-потенциометром «PRF» задания средней выходной активной ВЧ-мощности выставьте максимальное значение 1000Вт либо больше, чем предполагаемое рабочее.

8.7.6. Переведите кнопку «DEP/EP» в нажатое состояние, при этом исчезнет зелёное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEP» и красное свечение светодиода-индикатора «DES/ON», включится «МК», подавая питающее DC-напряжение на «МУМВЧ», и на выходе генератора ВЧ появится ВЧ-напряжение (ВЧ-ток). Нижний индикатор «МИР» будет показывать реальное значение DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах и не должен светиться зелёным цветом светодиод-индикатор «UDC». Светодиоды-индикаторы «DKW/OUT» и «DKW/UI» при этом не светятся зелёным цветом.

8.7.7. Переведя кнопку режимов «OUT/IN» в отжатое состояние, верхний индикатор «МИР» переключится в режим измерения реальной величины средней выходной активной ВЧ-мощности, а нижний индикатор в режим измерения реальной средней отражённой ВЧ-мощности. Светодиод-индикатор «DKW/OUT» при этом будет светиться зелёным цветом, а светодиод-индикатор «DKW/UI» не будет светиться зелёным цветом. Индикаторы «МИР» будут показывать значения этих мощностей в ваттах.

8.7.8. Переведя кнопку режимов «UI/PP» в отжатое состояние, верхний индикатор «МИР» переключится в режим измерения реальной величины амплитуды выходного ВЧ-напряжения, а нижний индикатор в режим измерения реальной амплитуды выходного ВЧ-тока. Светодиоды-индикаторы «DKW/OUT» и «DKW/UI» при этом будут светиться зелёным цветом. Верхний индикатор «МИР» будет

показывать реальное значение амплитуды выходного ВЧ-напряжения в вольтах, а нижний - будет показывать реальное значение амплитуды выходного ВЧ-тока в амперах.

8.7.9. Регулятором-потенциометром «URF» можно изменять (регулировать) величину амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) генератора ВЧ непосредственно при его работе.

8.7.10. Подтверждением режима «чистой» стабилизации по амплитуде выходного ВЧ-напряжения является свечение только светодиода-индикатора «URF» и совпадение величин амплитуд реального и опорного выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока). Следует учитывать автоматический переход из стабилизации по амплитуде выходного ВЧ-напряжения при $U_{RF}^{AMP}/I_{RF}^{AMP} \geq 50$ Ом в стабилизацию по амплитуде выходного ВЧ-тока при $U_{RF}^{AMP}/I_{RF}^{AMP} \leq 50$ Ом. Если наблюдается ещё и подсвечивание светодиодов-индикаторов «UDC» и (или) «PRF», то это свидетельствует о приближении к переходу стабилизации по DC-напряжению питания «МУМВЧ» и (или) по выходной активной ВЧ-мощности.

Надо иметь в виду, что применённый в «МУСС» генератора ВЧ пиковый детектор амплитуд выходного ВЧ напряжения (ВЧ-тока), будет обеспечивать соответственно стабилизацию по максимальным текущим значениям амплитуд выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока). Другими словами – если на выходе генератора ВЧ присутствует низкочастотная пульсация амплитуды (амплитудная модуляция) выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока), то будет происходить стабилизация только её максимальных значений на уровень заданной (опорной) величины.

Кроме того, при работе генератора ВЧ на несогласованную нагрузку, при увеличении задаваемой (опорной) амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) может наблюдаться пульсирующее свечение светодиода-индикатора «DEV» красным цветом и светодиодов-индикаторов «URF», «PRF», «UDC» зелёным, а также ограничение (невозможность увеличения) реальной амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока). Это свидетельствует о срабатывании внутренних самозащит «МУМВЧ» или защиты по превышению предела средней отражённой ВЧ-мощности в 400Вт и необходимости проведения согласования импеданса нагрузки с выходным импедансом генератора ВЧ. Работа генератора ВЧ в этом случае будет крайне неустойчивой, и сопровождаться большими пульсациями выходных ВЧ-напряжения, ВЧ-тока, ВЧ-мощности.

8.7.11. Первоначальное согласование импеданса нагрузки с импедансом генератора ВЧ при ручном режиме управления рекомендуется осуществлять в режиме стабилизации DC-напряжения питания «МУМВЧ» или стабилизации амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) на достижение минимума показаний отражённой ВЧ-мощности при поддержании соотношения $U_{RF}^{AMP}/I_{RF}^{AMP}=45\div 55$ Ом.

8.7.12. Для отключения выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) генератора ВЧ путём выключения «МК» со снятием с них питающего сетевого напряжения переведите кнопку «DEP/EP» в отжатое состояние, тем самым прекратится подача питающего «МУМВЧ» напряжения и засветятся зелёным цветом светодиоды-индикаторы «DKP/DEP», «URF», «PRF», «UDC» и красно-зелёным - «DES/ON».

8.8. Работа генератора ВЧ в режиме стабилизации средней выходной активной ВЧ-мощности осуществляется следующим образом:

8.8.1. Переведите кнопку «OUT/IN» в нажатое состояние, подключив тем самым индикаторы «МИР» в режим измерения задающих (опорных) величин амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) и DC-напряжения питающего «МУМВЧ». Светодиод-индикатор «DKW/OUT» при этом перестанет светиться. Верхний индикатор «МИР» будет показывать значения амплитуды задаваемого выходного ВЧ-напряжения в вольтах, а нижний - будет показывать значения задаваемого DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах.

8.8.2. Регулятором-потенциометром «URF» задания амплитуды выходного ВЧ-напряжения выставьте максимальное значение 400В либо больше, чем предполагаемое рабочее.

8.8.3. Регулятором-потенциометром «UDC» задания DC-напряжения питания «МУМВЧ» выставьте максимальное значение 50В либо больше, чем предполагаемое рабочее.

8.8.4. Переведите кнопку «UI/PP» в нажатое состояние, подключив тем самым индикаторы «МИР» в режим измерения задающей (опорной) величины средней выходной активной ВЧ-мощности и реального питающего «МУМВЧ» DC-напряжения. Светодиод-индикатор «DKW/UI» при этом перестанет светиться. Верхний индикатор «МИР» будет показывать значения задаваемой средней выходной активной ВЧ-мощности в ваттах, а нижний - будет показывать значения реального DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах.

8.8.5. Регулятором-потенциометром «PRF» задания средней выходной активной ВЧ-мощности выставьте требуемое значение в диапазоне от 0Вт до 1000Вт.

8.8.6. Переведите кнопку «DEP/EP» в нажатое состояние, при этом исчезнет зелёное свечение светодиода-индикатора «DKP/DEP» и красное свечение светодиода-индикатора «DES/ON», включится «МК», подавая питающее DC-напряжение на «МУМВЧ», и на выходе генератора ВЧ появится ВЧ-напряжение (ВЧ-мощность, ВЧ-ток). Нижний индикатор «МИР» будет показывать реальное значение DC-напряжения питания «МУМВЧ» в вольтах и не должен светиться зелёным цветом светодиод-индикатор «UDC». Светодиоды-индикаторы «DKW/OUT» и «DKW/UI» при этом не светятся зелёным цветом.

8.8.7. Переведя кнопку режимов «OUT/IN» в отжатое состояние, верхний индикатор «МИР» переключится в режим измерения реальной величины средней выходной активной ВЧ-мощности, а нижний индикатор в режим измерения реальной средней отражённой ВЧ-мощности. Светодиод-индикатор «DKW/OUT» при этом будет светиться зелёным цветом, а светодиод-индикатор «DKW/UI» не будет светиться зелёным цветом. Индикаторы «МИР» будут показывать значения этих мощностей в ваттах.

Следует учитывать, что в генераторе ВЧ реальная величина средней выходной активной ВЧ-мощности определяется посредством высокоскоростного 4-х квадрантного аналогового перемножителя мгновенных значений выходных ВЧ-напряжения и ВЧ-тока с последующим выделением (интегрированием) её среднего значения. В силу такого принципа измерения (выделения) средней активной ВЧ-мощности её значения теоретически не зависят от формы выходных сигналов ВЧ-напряжения и ВЧ-тока и соответственно от степени согласования импеданса нагрузки с выходным импедансом генератора ВЧ. Погрешность и нелинейность измерения активной ВЧ-мощности, то есть ВЧ-мощности выделяемой вне генератора ВЧ, будет определяться уровнем качества применённых элементов измерителя активной ВЧ-мощности. Таким образом, измеренная активная ВЧ-мощность, является активной мощностью суммарно рассеиваемой (выделяемой) за пределами генератора ВЧ включая нагрузку, согласующее устройство, соединительные кабели вне зависимости от степени согласования генератора ВЧ с нагрузкой.

Реальная величина средней отражённой ВЧ-мощности определяется как разность между средней выходной полной реактивной ВЧ-мощностью ($U_{RF}^{AMP} \times I_{RF}^{AMP} / 2$) и средней выходной активной ВЧ-мощностью. При чисто активной 50 Ом (согласованной) нагрузке величина полной реактивной ВЧ-мощности совпадает с активной ВЧ-мощностью и тогда отражённая ВЧ-мощность равна нулю, а на чисто реактивной нагрузке будет почти нулевая средняя активная ВЧ-мощность.

8.8.8. Переведя кнопку режимов «UI/PP» в отжатое состояние, верхний индикатор «МИР» переключится в режим измерения реальной величины амплитуды выходного ВЧ-напряжения, а нижний индикатор в режим измерения реальной амплитуды выходного ВЧ-тока. Светодиоды-индикаторы «DKW/OUT» и «DKW/UI» при этом будут светиться зелёным цветом. Верхний индикатор «МИР» будет показывать реальное значение амплитуды выходного ВЧ-напряжения в вольтах, а нижний - будет показывать реальное значение амплитуды выходного ВЧ-тока в амперах.

8.8.9. Регулятором-потенциометром «PRF» можно изменять (регулировать) величину средней выходной активной ВЧ-мощности генератора ВЧ непосредственно при его работе.

8.8.10. Подтверждением режима «чистой» стабилизации по выходной средней активной ВЧ-мощности является свечение только светодиода-индикатора «PRF» и совпадение величин реальной и опорной активной ВЧ-мощности. Если наблюдается ещё и подсвечивание светодиодов-индикаторов «URF» и (или) «UDC», то это свидетельствует о приближении к переходу стабилизации по выходному амплитудному ВЧ-напряжению (ВЧ-току) и (или) по DC-напряжению питания «МУМВЧ».

Кроме того, при работе генератора ВЧ на несогласованную нагрузку, при увеличении задаваемой (опорной) выходной активной ВЧ-мощности может наблюдаться пульсирующее свечение светодиода-индикатора «DEV» красным цветом и светодиодов-индикаторов «URF», «PRF», «UDC» зелёным, а также ограничение (невозможность увеличения) реальной выходной активной ВЧ-мощности. Это свидетельствует о срабатывании внутренних самозащит «МУМВЧ» или защиты по превышению предела средней отражённой ВЧ-мощности в 400Вт и необходимости проведения согласования импеданса нагрузки с выходным импедансом генератора ВЧ. Работа генератора ВЧ в этом случае будет крайне неустойчивой, и сопровождаться большими пульсациями выходных ВЧ-напряжения, ВЧ-тока, ВЧ-мощности.

Данный генератор ВЧ допускает работу в довольно широком диапазоне несогласованных с ним по импедансу нагрузок и с большой средней отражённой ВЧ-мощностью, которая в пределе составляет 400Вт (800ВА в амплитуде), как при нулевой выходной средней активной ВЧ-мощности так и при максимальной в 1000Вт с соотношением $U_{RF}^{AMP}/I_{RF}^{AMP}=50$ Ом. Однако реальная величина допускаемой средней отражённой ВЧ-мощности может быть ниже в силу самозащит «МУМВЧ» по предельным амплитудам выходных ВЧ-напряжения в 400В и ВЧ-тока в 8,25А. То есть, к примеру, при коротком замыкании на выходе генератора ВЧ никакой ВЧ-мощности, в том числе и отражённой не будет, и он будет работать, пока амплитуда выходного ВЧ-тока не достигнет 8,25А. Аналогично и при холостом ходе (в обрыве или неподсоединённый выходной кабель) никакой ВЧ-мощности, в том числе и отражённой не будет, и генератор ВЧ будет работать, пока амплитуда выходного ВЧ-напряжения не достигнет 400В.

8.8.11. Первоначальное согласование импеданса нагрузки с импедансом генератора ВЧ при ручном режиме управления рекомендуется осуществлять в режиме стабилизации DC-напряжения питания «МУМВЧ» или стабилизации амплитуды выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока) на достижение минимума показаний отражённой ВЧ-мощности при поддержании соотношения $U_{RF}^{AMP}/I_{RF}^{AMP}=45\div 55$ Ом. Если производить согласование нагрузки в режиме стабилизации выходной средней активной ВЧ-мощности, то с большой вероятностью можно попадать в зоны с превышением амплитуд выходных ВЧ-напряжения и

(или) ВЧ-тока, что будет приводить к срабатыванию самозащиты «МУМВЧ» и пульсирующему режиму работы генератора ВЧ. Произвести согласование в таком режиме весьма проблематично.

8.8.12. Для отключения выходной ВЧ-мощности (ВЧ-напряжения, ВЧ-тока) генератора ВЧ путём выключения «МК» со снятием с них питающего сетевого напряжения переведите кнопку «DEP/EP» в отжатое состояние, тем самым прекратится подача питающего «МУМВЧ» напряжения и засветятся зеленым цветом светодиоды-индикаторы «DKP/DEP», «URF», «PRF», «UDC» и красно-зелёным - «DES/ON».

8.9. Реакция генератора ВЧ на возникновение «не рабочих» режимов:

8.9.1. Перегрев генератора ВЧ проявляется, как указывалось выше в п.4.2.7. и п.4.2.8. ТО, двояко:

- при перегреве «МК» его работа блокируется, в нём загорается красный светодиод и светодиод-индикатор «DKP/DEP» красным цветом на «МИР» (рис.1). При этом естественно пропадёт напряжение питания «МУМВЧ» и соответственно ВЧ-напряжение на выходе генератора ВЧ. Сигнал перегрева «МК» транслируется и во внешний интерфейс «RS-485».

- при перегреве «МУМВЧ», а именно его силовых ВЧ-транзисторов и (или) защитной ограничительной цепи, его работа блокируется (выключается его задающий ВЧ-генератор), на «МИР» появляется красное свечение светодиодов-индикаторов «DKW/DEF» и (или) «DZW/RU». ВЧ-напряжение на выходе генератора ВЧ пропадает до момента прихода «МУМВЧ» в нормальный температурный режим. Сигнал перегрева «МУМВЧ» транслируется и во внешний интерфейс «RS-485».

8.9.2. Перенапряжение питающей сети генератора ВЧ, как указывалось выше в п.4.2.6. ТО, при превышении более 15% от номинала согласно п.4.2.ТО вызывает блокировку подключения «МК» к этой сети и, как следствие невозможность выполнить команду «EP» и включить напряжение питания «МУМВЧ». При этом на панели индикации светится индикатор «DES/ON» красным цветом когда не светится светодиод-индикатор «DKP/DEP». Сигнал запрета (отсутствия) работы «МК» (выходного напряжения) транслируется и во внешний интерфейс «RS-485».

При превышении питающей сети более 20% произойдёт полная блокировка включения генератора ВЧ «по сети» в целом, то есть невозможно будет выполнить команду «ON», если он не был включен или его полное выключение «по сети», при этом все светодиодные 3.5 разрядные индикаторы «МИР» погаснут кроме светодиода-индикатора питания сети «DES/ON».

8.9.3. Перенапряжение по выходу «МК» более 55В приводит к срабатыванию самозащиты «МК», что согласно п.4.2. ТО вызовет самоблокировку «МК» и пульсирующее свечение в нём красного светодиода, а также аналогичное свечение индикатора «DKP/DEP» на «МИР». Работа генератора ВЧ при этом будет крайне неустойчивой с большими пульсациями выходных тока и напряжения. Сигнал перенапряжения (перегрева) «МК» транслируется и во внешний интерфейс «RS-485».

8.9.4. Короткое замыкание («КЗ») по выходу «МК» или снижение его выходного напряжения U_{DC} менее 5В при его задании более 5В с длительностью более $1с \pm 3с$ вызывает выключение «МК» автоматической командой «DEP». При этом на «МИР» постоянно светится светодиод-индикатор «KZ/OUT» красным цветом. Сигнал состояния «КЗ» транслируется и во внешний интерфейс «RS-485». Генератор ВЧ будет находиться в таком состоянии пока из вне не будет продублирована команда «DEP». Поступление этой команды после состояния «КЗ» сбрасывает триггер «замыкания» в исходное состояние, исчезает красное свечение светодиода-индикатора «KZ/OUT», и генератор ВЧ снова готов к выполнению команды «EP», то есть к включению «МК».

Можно отменить/разрешить режим определения короткого замыкания по выходу «МК» подав команду «DEW»/«EW» по интерфейсу «RS-485». В подтверждении этого засветится/перестанет светиться зелёным цветом светодиод-индикатор «DEW».

8.9.5. Короткие замыкания или холостой ход (обрыв нагрузки) на выходе генератора ВЧ будут приводить, как указывалось в п.4.2.8. ТО к срабатыванию защиты «МУМВЧ» и выключению его выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока, ВЧ-мощности). При этом будет наблюдаться свечение красным цветом светодиодов-индикаторов «DZW/RU», а также пульсирующее свечение зелёным цветом светодиодов-индикаторов «URF», «PRF», «UDC» и «DEV». Сигналы срабатывания ВЧ защит транслируется и во внешний интерфейс «RS-485».

Аналогичная ситуация будет происходить при превышении уровня ВЧ-напряжения и (или) ВЧ-тока на выходе генератора ВЧ при работе на «несогласованную нагрузку». Кроме этого длительная работа в вышеупомянутых режимах может приводить к перегреву и выключению «МУМВЧ».

Во всех случаях срабатывания ВЧ защит «МУМВЧ» происходит выключение его задающего ВЧ-генератора и питающего его «МК». Вентилятор, расположенный на передней панели, продолжит работать, охлаждая его и «МК».

8.10. Вспомогательные функции генератора ВЧ.

8.10.1. Отключить DC-напряжение с входа «МУМВЧ», выключив «МК» со снятием с него силового сетевого питания можно не только кнопкой «DEP/EP», но и по цифровой «TTL-шине» синхронизации с разъёма «Внешне управление». Для этого на его цепь «DEPS» (контакт №22) относительно цепи «0VSD»

(контакты №1, №7, №13) необходимо подать сигнал нулевого «TTL-уровня» (менее +0,6В) или соединить между собой эти цепи, что соответствует команде «DEP» запрета работы задающего ВЧ генератора. И обратно – подав высокий уровень (более +4В, но менее +5,5В) или разъединив эти цепи – выполнится команда «EP» и задающего ВЧ-генератора вернётся в работающее состояние, и появится ВЧ-напряжение на выходе генератора ВЧ. При этом в цепи «+5VSD» (контакты №6, №12, №14) относительно цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13) 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 «DKP/DEP» на «МИР» зелёным цветом.

8.10.2. Быстро отключить ВЧ-напряжение с выхода генератора ВЧ, не выключая силового сетевого питания «МК» можно только по цифровой «TTL-шине» синхронизации с разъёма «Внешне управление». Для этого на его цепь «DEFS» (контакт №2) или цепь «DEVS» (контакт 3) относительно цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13) необходимо подать сигнал нулевого «TTL-уровня» (менее +0,6В) или соединить между собой эти цепи, что соответствует команде «DEF» запрета работы задающего ВЧ-генератора. И обратно – подав высокий уровень (более +4В, но менее +5,5В) или разъединив эти цепи – выполнится команда «EF» и задающего ВЧ генератора вернётся в работающее состояние, и появится ВЧ-напряжение на выходе генератора ВЧ. При этом в цепи «+5VSD» (контакт №6, №12, №14) относительно цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13) разъёма «Внешне управление» должно присутствовать напряжение +5В вырабатываемое внутренним источником питания «МСС». Состояние команд «DEF/EF», задаваемых с «Внешнего управления» подтверждается свечением/погасанием трёх зелёных светодиодов-индикаторов «URF», «PRF», «UDC» на «МИР», а команд «DEV/EV» дополнительно ещё и свечением/погасанием зелёного светодиода-индикатора «DEV».

8.10.3. Цепи «DEPS», «DEFS», «DEV» и «0VSD» разъёма «Внешне управление» можно использовать в качестве блокировочных для выходного ВЧ-напряжения, например, по «пропаданию воды» в ВЧ-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 ВЧ-напряжения на выходе генератора ВЧ.

8.10.4. Информация о количестве и виде срабатывания «защиты по превышению ВЧ-тока» выводится в режиме реальной частоты и длительности на цепь «DFZIS» (контакт №16) относительно цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13), а «по превышению ВЧ-напряжения» - на цепь «DFZUS» (контакт №21) разъёма «Внешнее управление». При этом в цепи «+5VSD» (контакт №6, №12, №14) разъёма «ВУ» относительно цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13) должно присутствовать напряжение +5В вырабатываемое внутренним источником питания «МСС». Нулевому уровню сигнала - менее +0,6В соответствует выключенное состояние «МУМВЧ», а высокому уровню - более +4В, но менее +5,5В – соответствует включённое состояние. Частота появления нулевых уровней соответствует частоте срабатывания «самозащит» «МУМВЧ».

8.10.5. Информация о включённом или выключенном состоянии «МК» выводится на цепь «DES» (контакт №15) относительно цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13) разъёма «Внешнее управление». Нулевому уровню сигнала (менее +0,6В) соответствует выключенное состояние «МК» генератора ВЧ и отсутствие его выходного DC-напряжения и соответственно также выходного RF-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 генераторов ВЧ по включению/выключению выходного ВЧ-напряжения или для управления (блокировки) какого либо внешнего блока.

8.11. Выключение генератора ВЧ «по сети».

8.11.1. Для выключения генератора ВЧ по питающей сети переведите тумблер «ON/OFF» в среднее положение. Погаснут все светодиодные индикаторы кроме «DES/ON».

Выключение «по сети» в штатном режиме выключение должно производиться только после выключения «МК», то есть после перевода кнопки «DEP/EP» в отжатое состояние (выполнения команды «DEP»).

ВНИМАНИЕ! При его последующем переводе в верхнее положение, если генератор ВЧ оставался подключённым к сети, он перейдёт в тот же режим работы, что до её нажатия!

8.11.2. Экстренное выключение генератора ВЧ «по сети» производится сразу переводом тумблера «ON/OFF» в среднее или нижнее положение.

8.11.3. Нижнее положение тумблера «ON/OFF» является положением блокировки включения генератора ВЧ «по сети» и с интерфейса внешнего управления «RS-485». Его среднее положение не запрещают включить генератор ВЧ «по сети» с интерфейса внешнего управления «RS-485».

8.11.4. Выключить генератор ВЧ «по сети», или заблокировать его включение «по сети», можно и по цифровой «TTL-шине» с разъёма «Внешнее управление». Для этого необходимо отсоединить цепь

«DELS» (контакт №4) от цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13). И обратно – снять блокировку включения «по сети», или включить генератор ВЧ «по сети» если он уже до выключения был включён, можно соединив между собой цепи «DELS» (контакт №4) и «0VSD» (контакты №1, №7, №13). При этом в цепи «+5VSD» (контакты №6, №12, №14) разъёма «ВУ» относительно цепь «0VSD» (контакты №1, №7, №13) должно быть напряжение +5В вырабатываемое внутренним источником питания «МСС». Ток нагрузки не более 40мА.

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 генератора ВЧ с целью обеспечения электробезопасности персонала при обслуживании его выходных цепей или нагрузки.

8.12. Перевод генератора ВЧ в режим внешнего управления.

8.12.1. Для перевода генератора ВЧ в режим внешнего управления по интерфейсу «RS-485» используются кнопка «RU/PU» и цепи «COPUS» и «0VSD» цифровой «TTL-шины» разъёма «Внешне управление». При этом в цепи «+5VSD» (контакты №6, №12, №14) разъёма «ВУ» относительно цепи «0VSD» (контакты №1, №7, №13) должно быть напряжение +5В вырабатываемое внутренним источником питания «МСС». Ток нагрузки не более 40мА. Соединив между собой цепи «COPUS» (контакт №9) с цепью «0VSD» (контакты №1, №7, №13), или нажав кнопку «RU/PU», произойдёт переход управления блоком от ручек-регуляторов «МИР» на внешнее от цепей «А» («DATA+»), «В» («DATA-»), «0VSD» («COM») шины интерфейса «RS-485» разъёма «Внешнее управление». Задание с «МИР» опорных уровней напряжений, токов и мощности при этом будет заблокировано, а в «МУСС» будут поступать раскодированные значения этих уровней с интерфейса «RS-485». Состояние «захвата» внешнего управления отображается на «МИР» зелёным свечением светодиода-индикатора «DZW/RU». В момент обратного перехода от внешнего управления с интерфейса «RS-485» к ручному от ручек-регуляторов «МИР», т. е. с размыканием цепей «COPUS» и «0VSD» или при отжатии кнопки «RU/PU», генератор ВЧ заработает по опорным данным с регуляторов-потенциометров «URF», «PRF», «UDC» и погаснет зелёный светодиод-индикатор «DZW/RU». При выполнении дискретных команд необходимо учитывать логику запрета их исполнения, указанную в п.7.1. настоящего ТО.

ВНИМАНИЕ! Цепи «0VSD» («COM»), «+5VSD», «А» («DATA+»), «В» («DATA-»), «DELS», «COPUS», «DEPS», «DEFS», «DEV», «DES», «DFZIS» и «DFZUS» разъёма «Внешнее управление» гальванически изолированы как от силовых цепей и корпуса блока с целью обеспечения помехоустойчивости. В связи с этим их не рекомендуется произвольно соединять с другими цепями.

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

Таблица 1

№ конт	Цепь	Уровень сигнала	Назначение сигнала	
1, 7, 13	0VSD	0В	Общий цифровых «TTL-цепей» и интерфейсных цепей «А», «В»	
6, 12, 14	+5VSD	+5В±10%	Питание цифровых «TTL-цепей» и интерфейсных цепей «А», «В»	
Входные логические сигналы				
Требования к источнику сигнала:		Высокий уровень		
		Напряжение		
		Ток		
		$U_{\text{вых}} \geq 4 \text{ В}$	$I_{\text{вых}} \leq 10 \text{ мкА}$	Направление к источнику
		Низкий уровень		
		Напряжение		
Ток				
$U_{\text{вых}} \leq 0,4 \text{ В}$		$I_{\text{вых}} \leq 10 \text{ мА}$		
4	DELS	Низкий/высокий	Включение/выключение генератора ВЧ «по сети» и разблокировка/блокировка его включения «по сети».	
22	DEPS	Низкий/высокий	Выключение/включение «МК» (DC-напряжения питания «МУМВЧ»).	
2	DEFS	Низкий/высокий	Выключение/включение задающего ВЧ генератора (RF-напряжения).	
3	DEVS	Низкий/высокий	Выключение/включение «МК» (DC-напряжения питания «МУМВЧ»).	
9	COPUS	Низкий/высокий	Включение/включение внешнего управления (ток вкл. 10 мА).	
Выходные логические сигналы				
Параметры выходных сигналов:		Высокий уровень		
		Напряжение		
		Ток		
		$U_{\text{вых}} \geq 4 \text{ В}$	$I_{\text{вых}} \leq 200 \text{ мкА}$	Направление от источника сигнала
		Низкий уровень		
		Напряжение		
Ток				
$U_{\text{вых}} \leq 0,4 \text{ В}$		$I_{\text{вых}} \leq 10 \text{ мА}$		
15	DES	Низкий/высокий	Подтверждение команды и состояния «DEP»/ «EP» для «МК».	
16	DFZIS	Низкий 50мкс	Частота срабатывания «защиты по амплитуде ВЧ-тока».	
21	DFZUS	Низкий 50мкс	Частота срабатывания «защиты по амплитуде ВЧ-напряжения».	

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

9.1. Физическая реализация.

9.1.1. Генератор ВЧ 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 генератор ВЧ 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 генератора ВЧ и силовых цепей. Для питания «узла интерфейса RS-485», расположенного в «МУСС» блока используется отдельная схема питания, поэтому в целях помехоустойчивости управления не рекомендуется соединять какую-либо цепь линии связи с другими цепями.

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

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.
1, 7, 13	OVSD(COM)	0В	Общий шины «RS-485» и «TTL»-цепей.
6, 12	+5VSD	+5В±10%	Питание шины «RS-485» и «TTL»-цепей.

9.2. Программная реализация.

9.2.1. Общая информация.

Обмен между управляющим контроллером и генератором ВЧ происходит по протоколу «Modbus RTU» в форме запрос-ответ. В исходном состоянии интерфейс генератора ВЧ находится в режиме приема. Внешний управляющий контроллер (далее по тексту «контроллер») формирует к генератору ВЧ запрос пакета, состоящего из нескольких групп байтов согласно спецификации. Пакет содержит адрес генератора ВЧ (устройства), к которому идет обращение, тип команды, номера регистров, данные регистров, 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 генератором ВЧ не посылаются.

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

Сетевой адрес генератора ВЧ программируется пользователем в диапазоне: 1...247.

Команда исполняется только в случае совпадения внутреннего адреса генератора ВЧ с адресом в пакете от внешнего управляющего контроллера, при обмене данными на запрограммированной скорости, правильного кода и параметра команды и правильной КС.

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

9.2.2. Состав и назначение регистров генератора ВЧ.

Состав регистров генератора ВЧ приведён в таблице 3.

Таблица 3

Тип регистра	Код функции	Адрес регистра	Формат данных (см. соотв. раздел)	Назначение
Holding Registers	03,06,16	0	см. 9.2.2.1	Регистр управления
Holding Registers	03,06,16	1	см. 9.2.2.2	Регистр команд
Holding Registers	03,06,16	2	см. 9.2.2.3	Регистр COURF
Holding Registers	03,06,16	3	см. 9.2.2.3	Регистр COUDC
Holding Registers	03,06,16	4	см. 9.2.2.3	Регистр COPRF
Holding Registers	03,06,16	5	см. 9.2.2.3	Регистр COFA
Holding Registers	03,06,16	6	см. 9.2.2.3	Регистр COTA
Holding Registers	03,06,16	7	см. 9.2.2.3	Регистр COTUA
Holding Registers	03,06,16	8	см. 9.2.2.3	Регистр COUTA
Holding Registers	03,06,16	9	см. 9.2.2.3	Регистр COITA
Holding Registers	03,06,16	10		Резерв
Input Registers	04	0	см. 9.2.2.4	Регистр счетчика дуг
Input Registers	04	1	см. 9.2.2.5	Регистр состояния
Input Registers	04	2	см. 9.2.2.6	Регистр DIRF
Input Registers	04	3	см. 9.2.2.6	Регистр DURF
Input Registers	04	4	см. 9.2.2.6	Регистр DPRFA
Input Registers	04	5	см. 9.2.2.6	Регистр DPRFO

9.2.2.1. Описание регистра управления.

Регистр управления служит для установки адреса и скорости обмена данными в генераторе ВЧ. В младший байт должен быть записан код команды, в старший байт должен быть записан параметр команды. Возможные коды команд и параметры команд приведены в таблице 4.

Таблица 4

Код команды	Назначение команды	Параметры команды
06	Программирование (установка) внутреннего адреса генератора ВЧ	число от 1 до 247
07	Программирование (установка) скорости передачи данных:	
	9600 бит/сек	9
	19200 бит/сек	19
	38400 бит/сек	38
	57600 бит/сек	57
08	Перезапуск (аппаратный сброс) микроконтроллера генератора ВЧ	

Предусмотрен аппаратный сброс параметров скорости передачи данных и сетевого адреса генератора ВЧ. После аппаратного сброса, скорость устанавливается равной - 9600, а сетевой адрес устанавливается равным – 1, являющимся служебным.

При подаче питания на генератор ВЧ первые 15 секунд он имеет фиксированный адрес «1» и скорость обмена 9600 бит/сек. Генератор ВЧ переключается на адрес и скорость, установленные через регистр управления по истечению этого времени при условии отсутствия запросов на адрес «1» на скорости 9600 бит/сек, т.е. при отсутствии обмена с ним.

ВНИМАНИЕ! При поставке генератора ВЧ по умолчанию установлена скорость обмена данными 9600, а сетевой адрес выставлен равными - «1». Для нормальной работы одновременно двух и более «адресатов» (устройств) по данному протоколу нельзя использовать служебный адрес «1» ни в одном из адресов, так как при подключении генератора ВЧ или аналогичных устройств к питающей сети при запросах на адрес «1» будет происходить их удержание на этом адресе. В первые 15 секунд будет автоматически устанавливаться этот служебный адрес, а потом переходить на установленный рабочий. В связи с этим, если на одной линии интерфейса используется более одного «адресата» (системы или блока) необходимо поочередно отдельно по «адресантам» установить их рабочие адреса.

При поставке данного генератора ВЧ выставлены значения скорости равной 9600 и адреса равного 1, то есть установлены служебные адрес и скорость.

В случае, если в регистр будут записываться некорректные данные, то генератор ВЧ вернёт код ошибки 03: «Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимой величиной».

9.2.2.2. Описание регистра команд.

Регистр команд служит для формирования дискретных сигналов в генераторе ВЧ. В этом регистре используются оба байта каждому биту которого соответствует свой дискретный сигнал. Назначение битов в регистре команд приведено в таблице 5.

Таблица 5

	№ бита	Наименование бита	Назначение бита	Соответствие бита команде
старший байт	7	DEW	Включение/выключение определения «КЗ» генератора ВЧ	0-выкл./1-вкл.
	6	OUT	Отображение на «МИР» выходных/задаваемых (опорных) параметров генератора ВЧ	0-вых./1-опорн.
	5	DEV	Включение/выключение «МК» без «МСФ» генератора ВЧ	0-выкл./1-вкл.
	4	DEP	Включение/выключение «МК» (выходного напряжения, мощности) генератора ВЧ	0-вкл./1-выкл.
	3	DEL	Включение/выключение блока «по сети» генератора ВЧ	0-выкл./1-вкл.
	2	A2	Резерв (не используется)	
	1	A1	Резерв (не используется)	
	0	DEF	Включение/выключение задающего ВЧ-генератора и «МК» (выходного ВЧ-напряжения, ВЧ-мощности)	0-выкл./1-вкл.
младший байт	7	R3	Резерв (не используется)	
	6	R4	Резерв (не используется)	
	5	R1	Резерв (не используется)	
	4	R6	Резерв (не используется)	
	3	R5	Резерв (не используется)	
	2	U/F	Отображение на «МИР» напряжения и тока/активной и мощности генератора ВЧ	0-«U,I»/1-«P»
	1	R2	Резерв (не используется)	
	0	R7	Резерв для дополнительной команды	

Установка какого-либо бита в данном регистре в «1» приводит к тому, что в соответствующей данному биту цепи «МУСС» генератора ВЧ уровень сигнала устанавливается в логический «0» и наоборот – если в регистре «0», то уровень сигнала – логическая «1».

Битовые комбинации при записи в данный регистр могут быть любыми, при этом код ошибки 03: «Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимой величиной» не генерируется.

9.2.2.3. Регистры «COUDC» - «COITA».

Эти регистры предназначены для формирования аналоговых заданий в генераторе ВЧ. Диапазоны допустимых значений и расчетные соотношения указаны в примечаниях к табл.6.

Таблица 6

Наименование регистра	Назначение регистра	Диапазон значений	Коэффициент преобразования
COUDC	Задание уровня питающего МУМВЧ DC-напряжения	0x0000 - 0x0FFF	50В/4096
COURF	Задание уровня выходного ВЧ-напряжения (ВЧ-тока)	0x0000 - 0x0FFF	400В/4096
COPRF	Задание уровня выходной активной ВЧ-мощности	0x0000 - 0x0FFF	1000Вт/4096
COFA (резерв)	Задание уровня частоты коммутации	0x0000 - 0x00FF	*кГц/256
COTA (резерв)	Задание времени паузы между импульсами	0x0000 - 0x00FF	*мкс/256
COTUA (резерв)	Задание времени отключения при «дугозащите» по U	0x0000 - 0x00FF	*мкс/256
COTIA (резерв)	Задание времени отключения при «дугозащите» по I	0x0000 - 0x00FF	*мкс/256
COITA (резерв)	Задание уровня тока срабатывания «дугозащиты»	0x0000 - 0x00FF	*А/256

Если значение, которое записывается в регистр не входит в указанные диапазоны, то оно игнорируется генератором ВЧ. В этом случае система вернёт код ошибки 03: «Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимой величиной».

9.2.2.4. Регистр счетчика дуг.

Через регистр счетчика дуг осуществляется доступ к данным внутреннего счетчика дуг. Значение регистра может находиться в диапазоне от 0 до 65535. При переполнении счетчика значение возвращается к 0 и далее снова по кругу.

9.2.2.5. Регистр состояния.

Регистр состояния служит для получения информации о состоянии дискретных сигналов в генера-

торе ВЧ. В данном регистре используется только 6 битов младшего байта. Данные из регистра можно только читать. Их назначение приведено в таблице 7.

Таблица 7

	№ бита	Наименование бита	Назначение бита	Соответствие бита команде
младший байт	7	---		
	6	---		
	5	DEL	Включение/выключение генератора ВЧ «по сети»	0- включён /1-выключен
	4	DEZ	Перегрев ограничительной цепи в «МУМВЧ»	0-перегрев /1-норма
	3	DKW	Перегрев силового ВЧ-транзистора в «МУМВЧ»	0-перегрев /1-норма
	2	DKZ	«КЗ»- короткое замыкание на выходе «МК»	0-«КЗ» /1-норма
	1	DK	Перегрев «МК» блока	0- перегрев /1- норма
0	DE	Наличие выходной мощности, тока, напряжения «МК» и «МУМВЧ» генератора ВЧ	0- отсутствие /1- наличие	

Переход какого-либо сигнала цепи «МСС» блока в «0» вызывает установку соответствующего ему бита регистра в «1». Переход какого-либо сигнала в «0» вызывает установку соответствующего ему бита регистра в «1». Остальные биты следует игнорировать.

9.2.2.6. Регистры «DIA» - «DFA».

Эти регистры содержат текущие данные напряжения, тока и мощности в генераторе ВЧ. Диапазоны допустимых значений и расчетные коэффициенты преобразования указаны в таблице 8.

Таблица 8

Наименование регистра	Назначение регистра	Диапазон значений	Коэффициент преобразования
DIRF	Данные выходного ВЧ-тока	0x0000 - 0x03FF	8,192A/1024
DURF	Данные выходного ВЧ-напряжения	0x0000 - 0x03FF	409,6B/1024
DPRFA	Данные выходной активной ВЧ-мощности	0x0000 - 0x03FF	1024Вт/1024
DPRFO	Данные отражённой ВЧ-мощности	0x0000 - 0x03FF	1024Вт/1024

9.3. Подготовка генератора ВЧ к работе от «Внешнего управления» по интерфейсу «RS-485».

9.3.1. Пользуясь «цоколёвкой» разъёма «Внешнее управление» (таблицы №1 и №2) и разъёмом DB-25M из комплектности генератора ВЧ, изготовьте соединительный сигнальный кабель, желательно наименьшей длины, и подключите его к управляющему устройству, имеющий интерфейс «RS-485» используя цепи «DATA+», «DATA-», «0VSD». Если управляющее устройство имеет интерфейс «RS-232», то подключите его через преобразователь интерфейса «RS-232/RS-485». При использовании внешних цепей блокировки включения генератора ВЧ «по сети» и по «выходному напряжению» подключите их соответственно к цепям «DELS», «0VSD» и «DEPS», «0VSD». При изготовлении соединительного кабеля желательно использовать экранированный четырёхжильный кабель типа КММ 4x0,2, экран которого соединён с цепью «0VSD», а также на кабель надеть ферритовое помехоподавляющее разъёмное кольцо-фильтр. При отсутствии внешних цепей блокировок необходимо из разъёма DB-25M изготовить «заглушку», в которой соединены между собой цепи «DELS» и «0VSD», и подсоединить её к разъёму «Внешнее управление».

Внимание! Низкому уровню (от 0В до +0,5В) напряжения в цепи «DELS» относительно цепи «0VSD» соответствует разрешение выполнения команд на включение генератора ВЧ «по сети», а высокому (от +4,5В до +5,5В) – запрет на его включение «по сети». Низкому уровню (от 0В до +0,5В) напряжения в цепи «DEPS» относительно цепи «0VSD» соответствует запрет выполнения команд на включение выходного напряжения «МК» генератора ВЧ, а высокому (от +4,5В до +5,5В) – разрешение на его включение выходного напряжения питания «МУМВЧ». Низкий уровень напряжения в цепях «DELS» и «DEPS» эквивалентен их соединению с цепью «0VSD», а высокий – их неподключенному ни к каким цепям состоянию.

Цепь блокировки «DELS» желательно использовать для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала, при работе с нагрузкой генератора ВЧ, а цепь «DEPS» - для резервного или защитного отключения нагрузки. Аналогично цепи блокировки «DELS» можно использовать цепи «DEFS» и «DEVS» (см. п. 8.10.2.).

Для обеспечения наилучшей помехозащищённости цепей интерфейса «RS-485», рекомендуется использовать цепи блокировки гальванически изолированные от любых других, то есть имеющие «плавающий потенциал». Например, для них использовать «сухие» контакты реле или оптопары.

9.3.2. Выполните действия по п.8.1. и по 8.2., а затем, убедившись в наличии связи по интерфейсу «RS-485» генератора ВЧ с управляющим устройством, установите на нём необходимые уровни цифровых сигналов согласно таблице №5, чтобы они обеспечивали первоначальный запрет включения генератора ВЧ «по сети», по выходному напряжению «МК» и выходному ВЧ-напряжению.

ВНИМАНИЕ! При поставке генератора ВЧ он имеет адрес «1» («64» шестнадцатеричный) и скорость обмена 9600.

Если на линии интерфейса будет использоваться более одного устройства, то необходимо в других устройствах не применять адреса «1» и «вставленный этом генераторе ВЧ» в связи с тем, что этот служебный адрес всегда будет появляться на время 15с после подачи сетевого питания на генератор ВЧ.

9.3.3. Переведите генератор ВЧ в режим внешнего управления по интерфейсу «RS-485» выполнив действия по п.8.12.1.

9.3.4. Переведите тумблер «ON/OFF» в среднее положение, кнопки управления «DEP/EP», «RU/PU» в нажатое состояние. Теперь генератор ВЧ готов выполнять и воспринимать все оговоренные команды в разделе 8 настоящего ТО от внешнего управляющего устройства по соответствующим сигналам управления и данных интерфейса «RS-485», согласно таблицам 3,4, 5 и 6. Управляющее устройство также готово воспринимать данные от генератора ВЧ, согласно таблицам 7 и 8.

9.4. Порядок работы генератора ВЧ от внешнего цифрового интерфейса «RS-485».

9.4.1. Работа генератора ВЧ от внешнего управления полностью аналогична его работе от ручного управления.

ВНИМАНИЕ! Последовательность подачи команд управления с внешнего интерфейса должна быть точно такой же, как при ручном управлении по п.8.3.÷8.7. настоящего ТО.

ВНИМАНИЕ! Несоблюдение последовательности подачи управляющих команд по включению и отключению генератора ВЧ «по сети» и по «выходному ВЧ-напряжению» может привести к потере его работоспособности.

Необходимо также учитывать логику запрета исполнения дискретных команд, указанную в разделе 8 настоящего ТО.

9.4.2. При необходимости экстренного отключения генератора ВЧ «по сети» переведите тумблер «ON/OFF» в нижнее положение или выполните пункт 8.11.4 настоящего ТО.

9.4.3. При необходимости экстренного отключения выходного напряжения «МК» генератора ВЧ отожмите кнопку «DEP/EP» или выполните пункт 8.10.1. настоящего ТО.

9.4.4. При необходимости просмотра на «МИР» генератора ВЧ задаваемых (опорных) величин напряжений, токов, мощностей не прибегая к управляющему устройству, нажмите кнопки «OUT/IN» и (или) «UI/PP».

9.4.5. Выполнение команд с внешнего интерфейса «RS-485» подтверждается аналогично, как и в ручном управлении, свечением или погасанием соответствующих светодиодов-индикаторов режимов.

9.4.6. Вне зависимости от режима работы от внешнего интерфейса или ручного управления внешний интерфейс генератора ВЧ всегда находится в работоспособном состоянии и его можно использовать комбинированно (совместно) с ручным управлением.

9.5. Данное описание раздела 9 соответствует генератору ВЧ «ИБЭ-271RFS» зав.№ 27101 с версией «V-mb-rtu» прошивки микроконтроллера управления по внешнему интерфейсу «RS-485».

10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.

Генератор ВЧ является сложным устройством критичным к внешним воздействиям и поэтому требует к себе повышенного внимания. Так как основным охлаждающим реагентом в нём является воздух, то и к вентилятору предъявляются повышенные требования.

Для долговременной и надежной работы генератора ВЧ необходимо выполнять следующие профилактические работы:

№	Наименование работ	Время	Примечание
1	Проверка работоспособности вентилятора	Во время работы	Путем определения наличия потока воздуха рукой.
2	Продувка входного и выходного тракта вентилятора	200 часов работы	Сначала пылесосом снять пыль с сетки входного и выходных отверстий. Затем продуть тракт осушенным воздухом от компрессора.
3	Полная регламентная очистка	Через 1000 часов работы	Сняв верхнюю крышку генератора ВЧ, вынуть модули, продуть их, а также вентиляторы и кроссплаты сухим воздухом от компрессора, дополнительно применяя для удаления слоя пыли мягкую длинноворсовую кисточку. Протереть х/б тканью, смоченной в этиловом спирте, участки разъёмом печатных плат модулей и контакты разъёмов на кроссплате генератора ВЧ.

11. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Методы устранения
После непродолжительной работы в жаркое время скачкообразно пропадает выходная мощность. Светится при этом красным цветом светодиод-индикатор «DKP/DEP» или «DKW/OUT» или «DZW/RU».	Неправильно настроена термозащита «МК» или «МУМВЧ» или «УУВ». Неисправен вентилятор.	Отремонтируйте «МК» или «МУМВЧ» или «УУВ». Замените вентилятор.
Светодиод-индикатор сети «DES/ON» не светится и генератор ВЧ не включается.	Неисправен модуль сервисного питания.	Заменить модуль сервисного питания.
Светодиод-индикатор сети «DES/ON» светится, а генератор ВЧ не включается.	Неисправен модуль «МУСС».	Отремонтируйте модуль «МУСС».

12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.

12.1. Генератор ВЧ должен храниться в отапливаемом помещении.

12.2. Генератор ВЧ 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 .

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

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

12.5. Генератор ВЧ 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 Генератор ВЧ при транспортировании не должны превышать:

- транспортная тряска: - число ударов в минуту - $80 \div 120$
- максимальное ускорение, 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 генератору ВЧ «ИБЭ-271RFS» с зав.№ 27101.

ПРИЛОЖЕНИЕ №1.

Цоколёвка разъема «СЕТЬ» генератора ВЧ .	
Конт	Цепь
1	-
2	Фаза сети «А»
3	Нейтраль сети «МО»
4	Корпус