



Общество с ограниченной ответственностью
«Миг Трейдинг»

МОДУЛЬ РАСШИРЕНИЯ ЧАСТОТЫ И УРОВНЯ СИГНАЛОВ СВЧ
ГЕНЕРАТОРОВ
EMG-40A

Руководство по эксплуатации
МТВГ.468159.003РЭ

Содержание

1	Требования безопасности	6
2	Описание и принцип работы	7
2.1	Назначение	7
2.2	Условия окружающей среды	8
2.3	Технические характеристики.....	9
2.4	Состав модуля	10
2.5	Устройство и принцип работы модуля.....	11
3	Использование модуля по назначению	13
3.1	Меры безопасности при работе с модулем	13
3.2	Подготовка к работе	13
3.2.1	Установка программы «Модуль EMG-40A»	13
3.2.2	Подключение и управление модулем.....	14
4	Порядок работы	17
4.1	Описание разъемов	17
4.2	Управление модулем через ПО	18
5	Проверка модуля.....	20
6	Хранение.....	20
7	Транспортирование	20

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, принципа работы, правил использования, технического обслуживания, транспортирования и хранения модуля расширения частоты и уровня сигналов СВЧ генераторов EMG-40A (далее модуль). Для работы с модулем необходимо изучить настоящее РЭ.

Рекомендуемый уровень подготовки обслуживающего персонала – не ниже среднего технического.

1 Требования безопасности

К эксплуатации модуля допускается только квалифицированный персонал, изучивший настоящее РЭ и имеющий практический опыт в области радиотехнических измерений.

По способу защиты обслуживающего персонала в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0–75 модуль относится к классу I.

При подключении и поверке модуля необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии» и «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

ВНИМАНИЕ

Не допускается попадание влаги на контакты разъемов и внутрь модуля. Модуль не предназначен для работы при наличии в атмосфере кислот, щелочей, масел и иных агрессивных веществ.

ВНИМАНИЕ

Не допускается отсоединение кабеля СВЧ от входа «RF IN» и переходника СВЧ от выхода «RF OUT» модуля.

2 Описание и принцип работы

2.1 Назначение

Модуль предназначен для совместной работы с СВЧ генераторами, поддерживающими стандарт SCPI – 99 и подключаемыми к персональному компьютеру (ПК) по интерфейсу Ethernet.

Модуль обеспечивает выполнение следующих задач:

- регулировка уровня выходной мощности в диапазоне рабочих частот;

в режиме умножения частоты на 2:

- расширение диапазона выходных рабочих частот СВЧ генератора;

- формирование импульсно-модулированных сигналов от внешнего источника модуляции;

в режиме без изменения частоты:

- коммутирование сигналов СВЧ генератора со входа прибора на его выход.

Модуль применяется при разработке, производстве и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. Возможно использование модуля в составе автоматизированных измерительных комплексов.

Внешний вид модуля представлен на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Внешний вид модуля со стороны входа СВЧ сигнала



Рисунок 2 – Внешний вид модуля со стороны выхода СВЧ сигнала

2.2 Условия окружающей среды

Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, °Cот 18 до 28

относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80

атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.).....от 84 до 106 (от 630 до 795)

Предельные условия транспортирования и хранения:

температура окружающего воздуха, °C.....от минус 40 до 50

2.3 Технические характеристики

Технические характеристики и параметры режима эксплуатации приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1 Диапазон частот выходных сигналов, ГГц: - в режиме без изменения частоты - в режиме умножения частоты на 2	от 0,1 до 20,0 от 20,0 до 40,0 включ.
2 Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходных сигналов: - в режиме без изменения частоты - в режиме умножения частоты на 2	$\pm \delta F_{\text{ген}}^*$ $\pm (\delta F_{\text{ген}} \times 2 + 1 \times 10^{-8})$
3 Диапазон установки уровня мощности выходных сигналов в поддиапазонах частот, дБм: - в режиме без изменения частоты: - от 0,1 до 7,0 ГГц включ. - св. 7,0 до 14,0 ГГц включ. - св. 14,0 до 20,0 ГГц - в режиме умножения частоты на 2: - от 20,0 до 30,0 ГГц включ. - св. 30,0 до 32,0 ГГц включ. - св. 32,0 до 33,0 ГГц включ. - св. 33,0 до 35,0 ГГц включ. - св. 35,0 до 40,0 ГГц включ.	от -40 до +19 от -40 до +15 от -40 до +12 от -40 до +19 от -40 до +18 от -40 до +15 от -40 до +13 от -40 до +10
4 Дискретность установки уровня мощности выходного сигнала, дБ	0,1
5 Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходных сигналов, дБ - в режиме без изменения частоты - в режиме умножения частоты на 2	$\pm (\Delta P_{\text{ген}}^{**} + 0,8)$ $\pm (\Delta P_{\text{ген}}^{**} + 1,2)$
6 Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) выхода, не более, в поддиапазонах частот: - от 0,1 до 20,0 ГГц - св. 20,0 до 30,0 ГГц включ. - св. 30,0 до 40,0 ГГц включ.	1,8 2,2 2,5
7 Уровень субгармонических составляющих в спектре выходных сигналов (при уровне выходных сигналов плюс 5 дБм) относительно несущей, дБ, не более, в поддиапазонах частот: - от 20,0 до 28,0 ГГц включ. - св. 28,0 до 40,0 ГГц	-70 -60
8 Параметры выходных сигналов в режиме импульсной модуляции в поддиапазоне выходных частот от 20 до 40 ГГц	
8.1 Минимальная длительность импульса, нс	20
8.2 Длительность фронта, нс, не более	10
8.3 Диапазон частот повторения импульсов	от 1 Гц до 25 МГц
8.4 Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, дБ, не менее	60
9 Потребляемая мощность, В·А, не более	10

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
10 Масса, кг, не более	1,5
11 Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	160×90×27
Примечания * – относительная погрешность частоты выходных сигналов используемого генератора сигналов; ** – абсолютная погрешность установки уровня мощности выходных сигналов используемого генератора сигналов, дБ; дБм – уровень мощности в дБ относительно 1 мВт.	

Таблица 2 – Параметры режима эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Норма
Диапазон частот входных сигналов, ГГц	от 0,1 до 20,0
Диапазон значений уровня мощности входных сигналов, дБм: - в режиме без изменения частоты: - от 0,1 до 20,0 ГГц - в режиме умножения частоты на 2: - от 20,0 до 40,0 ГГц	от -40 до +26 от +13 до +15
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	от 207 до 253 от 49,5 до 50,5
Рабочие условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от +18 до +28 от 30 до 80 от 84 до 106 (от 630 до 795)

2.4 Состав модуля

Состав комплекта поставки приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав комплекта поставки

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Модуль расширения частоты и уровня сигналов СВЧ генераторов	EMG-40A	1
Кабель сетевой	-	1
Кабель USB A (m) – mini USB B (m)	-	1
Кабель LAN	-	1
Блок питания	-	1
USB-накопитель с ПО	-	1
Паспорт	МТВГ.468159.003ПС	1
Руководство по эксплуатации	МТВГ.468159.003РЭ	1

2.5 Устройство и принцип работы модуля

Структурная схема модуля показана на рисунке 3.

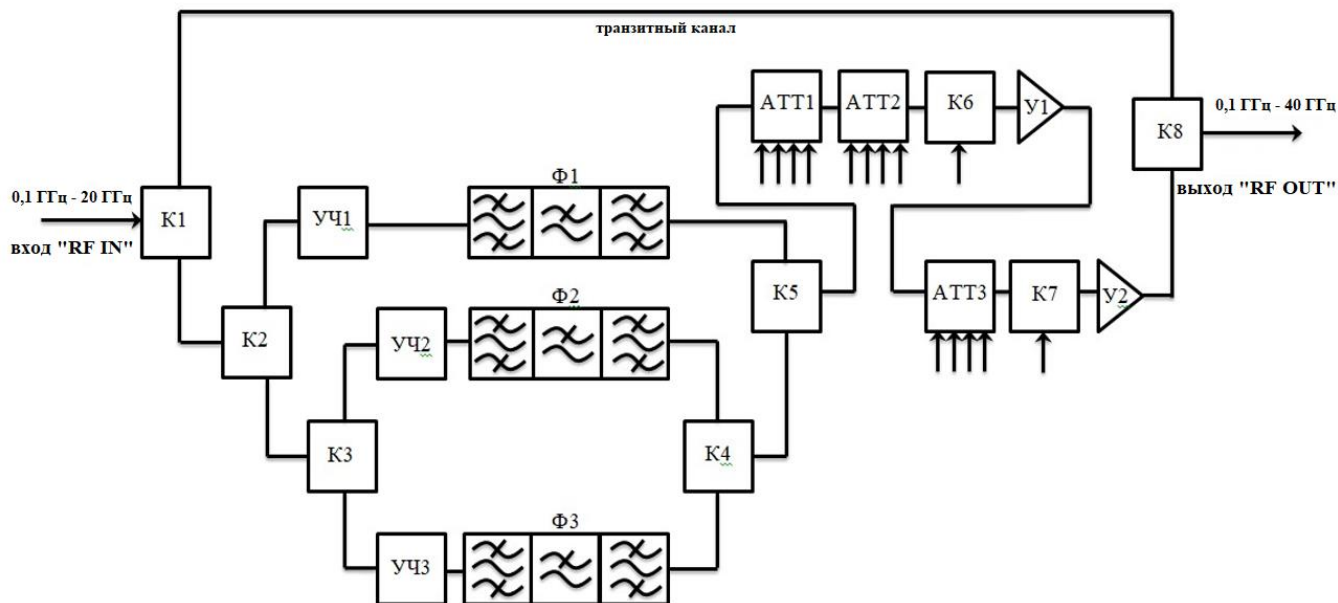


Рисунок 3 – Структурная схема модуля

Обозначения в схеме:

K1-K8 – СВЧ ключи;

УЧ1-УЧ3 – умножители частоты с кратностью 2;

Ф1-Ф3 – фильтры;

АТТ1-АТТ3 – аттенюаторы;

Y1 – малoshумящий усилитель;

Y2 – усилитель мощности.

Принцип работы модуля – формирование на своем выходе «RF OUT» СВЧ сигналов в диапазоне от 100 МГц до 40 ГГц. При этом СВЧ генератор, применяемый для подачи сигналов на вход «RF IN», и модуль управляются совместно, через программный интерфейс на ПК. Если в интерфейсе модуля выставлены выходные частоты в диапазоне от 100 МГц до 20 ГГц, то сигналы генератора со входа «RF IN» коммутируются на выход «RF OUT» модуля при помощи ключей K1 и K8 через транзитный канал. При этом сигналы передаются с некоторым ослаблением и без изменения частоты.

Если в интерфейсе модуля выставлены выходные частоты в диапазоне от 20 ГГц до 40 ГГц, то сигналы генератора со входа «RF IN» коммутируются на выход «RF OUT» модуля при помощи ключей K1, K2, K8. При этом сигналы, в зависимости от частоты, ключами K2-K5

коммутируются через один из трех умножительных каналов, содержащих умножители частоты на два - УЧ1, УЧ2, УЧ3 и фильтры Ф1, Ф2, Ф3.

Умножительный канал с умножителем частоты УЧ1 и фильтром Ф1 формируют выходные сигналы модуля в поддиапазоне частот от 32,0 ГГц до 40,0 ГГц. При этом управляющее ПО автоматически выставляет нужную частоту сигнала применяемого СВЧ генератора в диапазоне от 16 ГГц до 20 ГГц.

Умножительный канал с умножителем частоты УЧ2 и фильтром Ф2 формируют выходные сигналы модуля в поддиапазоне частот от 26,0 ГГц до 32,0 ГГц. При этом управляющее ПО автоматически выставляет нужную частоту сигнала применяемого СВЧ генератора в диапазоне от 13 ГГц до 16 ГГц.

Умножительный канал с умножителем частоты УЧ1 и фильтром Ф1 формируют выходные сигналы модуля в поддиапазоне частот от 20,0 ГГц до 26,0 ГГц. При этом управляющее ПО автоматически выставляет нужную частоту сигнала применяемого СВЧ генератора в диапазоне от 10 ГГц до 13 ГГц.

Сигналы в диапазоне от 20 ГГц до 40 ГГц, сформированные одним из трех умножительных каналов, проходят путь через электронно-управляемые аттенюаторы АТТ1 – АТТ3, ключи К6, К7 и усилители У1, У2. Усилители У1, У2 компенсируют потери в СВЧ тракте модуля и обеспечивают необходимый уровень выходной мощности. Ключи К6, К7 выступают в роли модуляторов и формируют импульсно-модулированный СВЧ сигнал на выходе модуля. Аттенюаторы АТТ1 – АТТ3 обеспечивают частотную и температурную калибровку выходной мощности модуля.

3 Использование модуля по назначению

3.1 Меры безопасности при работе с модулем

К работе с модулем допускаются лица, ознакомленные с настоящим руководством по эксплуатации, имеющие навыки работы с измерительной и вычислительной техникой.

3.2 Подготовка к работе

Перед началом работы необходимо провести внешний осмотр, убедиться в отсутствии механических повреждений и сохранности защитных пломб (наклеек) предприятия-изготовителя.

Убедиться, что коаксиальные соединители входа и выхода СВЧ сигнала модуля не повреждены, на внутренних поверхностях соединителей отсутствуют следы коррозии, металлическая стружка, загрязнения. В случае обнаружения загрязнения либо наличия металлической стружки протереть соединитель ватным тампоном, смоченным в спирте. В случае обнаружения повреждения соединителя либо наличия следов коррозии следует обратиться на предприятие-изготовитель.

После транспортирования модуля в условиях, отличных от рабочих, необходимо выдержать его в выключенном состоянии в рабочих условиях применения (в части климатических факторов) не менее 4 ч.

Для управления модулем используется входящее в комплект поставки прикладное программное обеспечение (ПО) «Модуль EMG-40A», предназначенное для ПК.

3.2.1 Установка программы «Модуль EMG-40A»

Прикладное ПО «Модуль EMG-40A» предназначено для совместного управления модулем и СВЧ генератором, который поддерживает стандарт SCPI – 99 и подключается к ПК по интерфейсу Ethernet. Данное ПО позволяет управлять уровнем мощности и значением частоты сигнала на выходе модуля.

Для работы программного обеспечения «Модуль EMG-40A» требуется среда выполнения .Net Core 3.1. В комплект поставки входит программа установки данной среды.

Для установки нужно:

1. На Flash-накопителе USB, входящем в комплект поставки, перейти в папку «\ПО для модуля расширения EMG-40A\Среда выполнения».
2. Запустить файл «dotnet-runtime-3.1.17-win-x64.exe» для 64-разрядной операционной системы, либо файл «dotnet-runtime-3.1.17-win-x86.exe» для 32-разрядной операционной системы.
3. Следовать инструкциям программы установки.

Программное обеспечение «Модуль EMG-40A» можно запускать непосредственно с Flash-накопителя USB, входящего в комплект поставки, и с ПК, для этого достаточно скопировать на ПК папку «Программа управления EMG-40A (32 bit)» в любое удобное пользователю место. Для удобства запуска можно создать ярлык для файла «Управление EMG-40A.exe» на рабочем столе.

3.2.2 Подключение и управление модулем

Перед запуском ПО необходимо подключить к ПК модуль и СВЧ генератор. Подключение происходит в соответствии со схемой на рисунке 4. Затем включить СВЧ генератор и перевести его из режима ожидания в режим готовности.

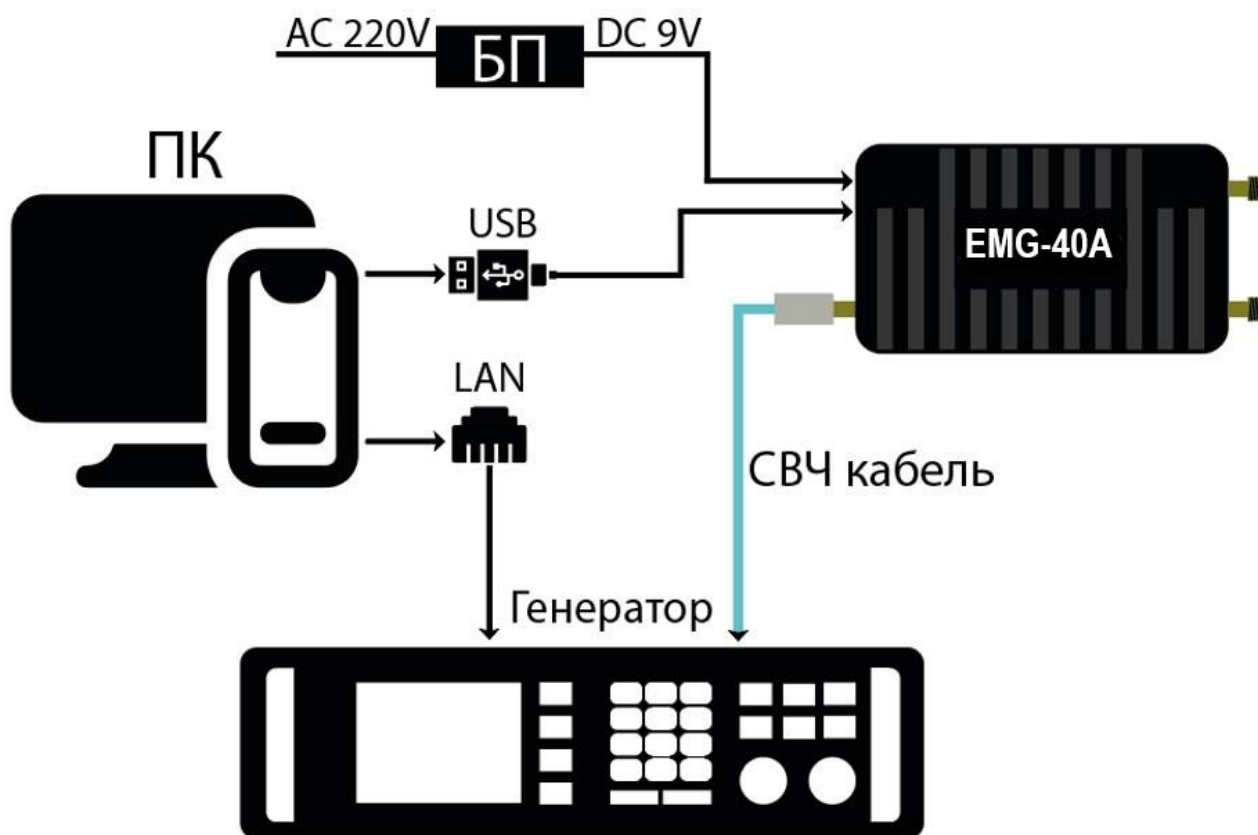


Рисунок 4 – Схема подключения

После этого запустить программу двойным щелчком левой кнопки мыши на файле «Управление EMG-40A.exe» в папке «Программа управления EMG-40A (32 bit)» либо на ярлыке, если он был создан. Внешний вид иконки программы показан на рисунке 5.



Рисунок 5 – Иконка программы «Модуль EMG-40A»

После запуска появится начальное окно программы, показанное на рисунке 6.

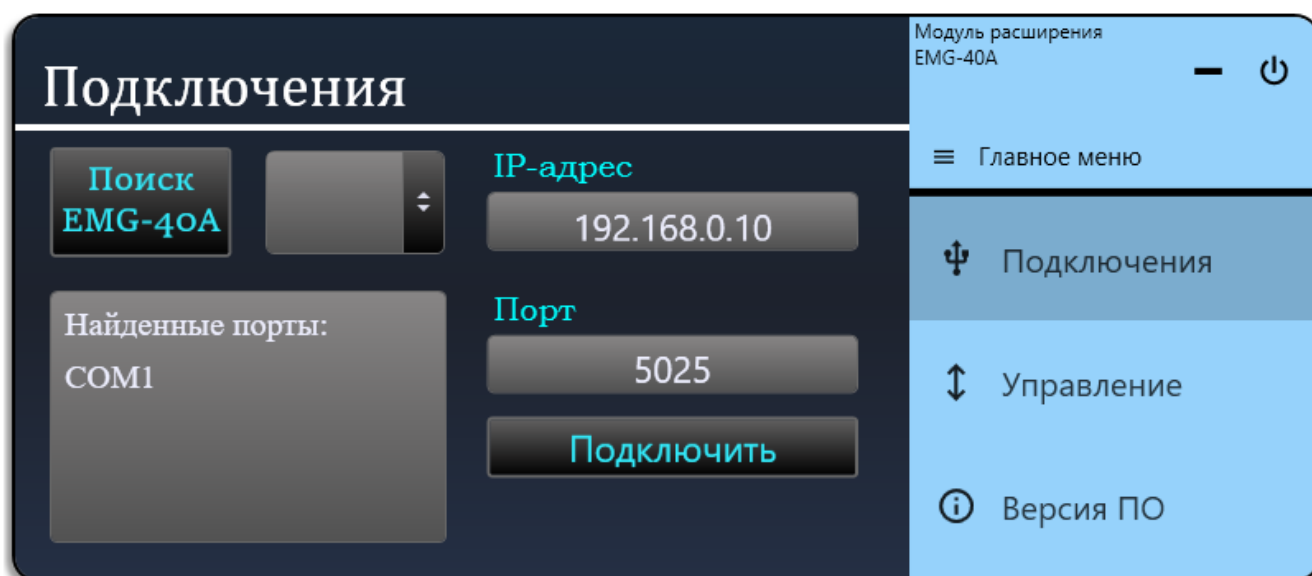


Рисунок 6 – Начальное окно программы «Модуль EMG-40А»

Подключение СВЧ генератора проводится с помощью окна «Подключения». Для подключения к СВЧ генератору необходимо заполнить поля «IP-адрес» и «Порт». Требуемый IP-адрес можно увидеть в настройках СВЧ генератора. Номер порта по умолчанию имеет значение 5025. После того как все поля заполнены, нажать кнопку «Подключить». При успешном подключении надпись на кнопке «Подключить» изменится на надпись «Отключить». Если подключение не произошло, будет отображено соответствующее сообщение (рисунок 7).

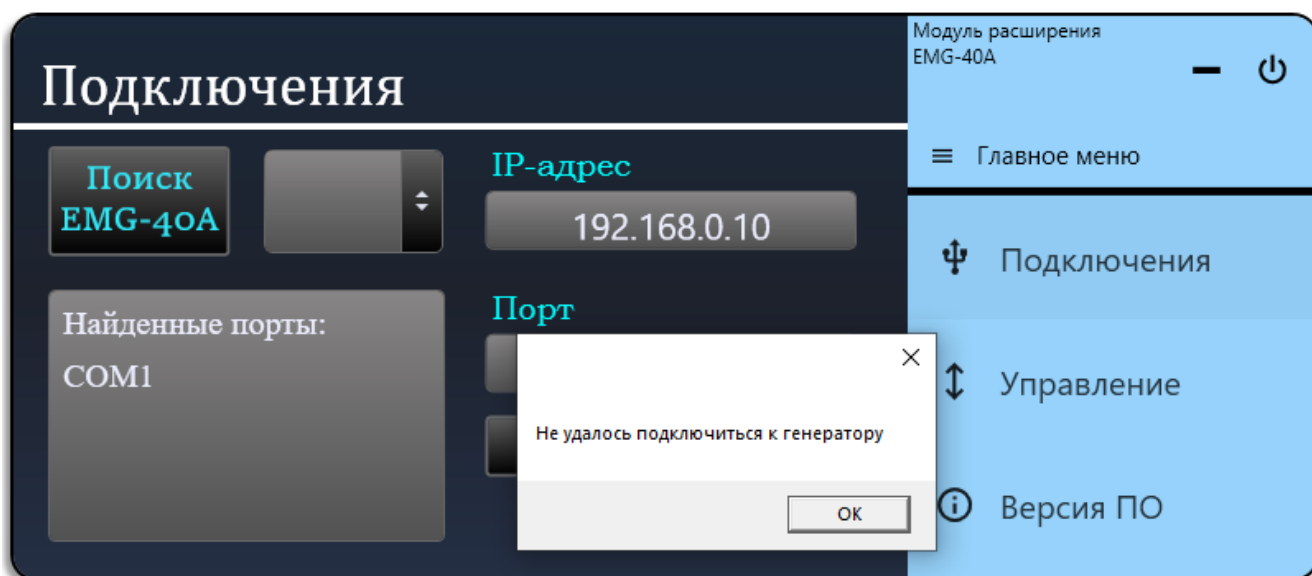


Рисунок 7 – Пример неуспешного подключения СВЧ генератора

Если к моменту запуска программы на модуль подано питание и он подключен к ПК, то программа обнаружит и подключит его автоматически. В ином случае для подключения модуля необходимо нажать кнопку «Поиск EMG-40А». В списке ниже будут выведены все

обнаруженные COM-порты и, в случае обнаружения модуля, ниже будет выведено соответствующее сообщение (рисунок 8).

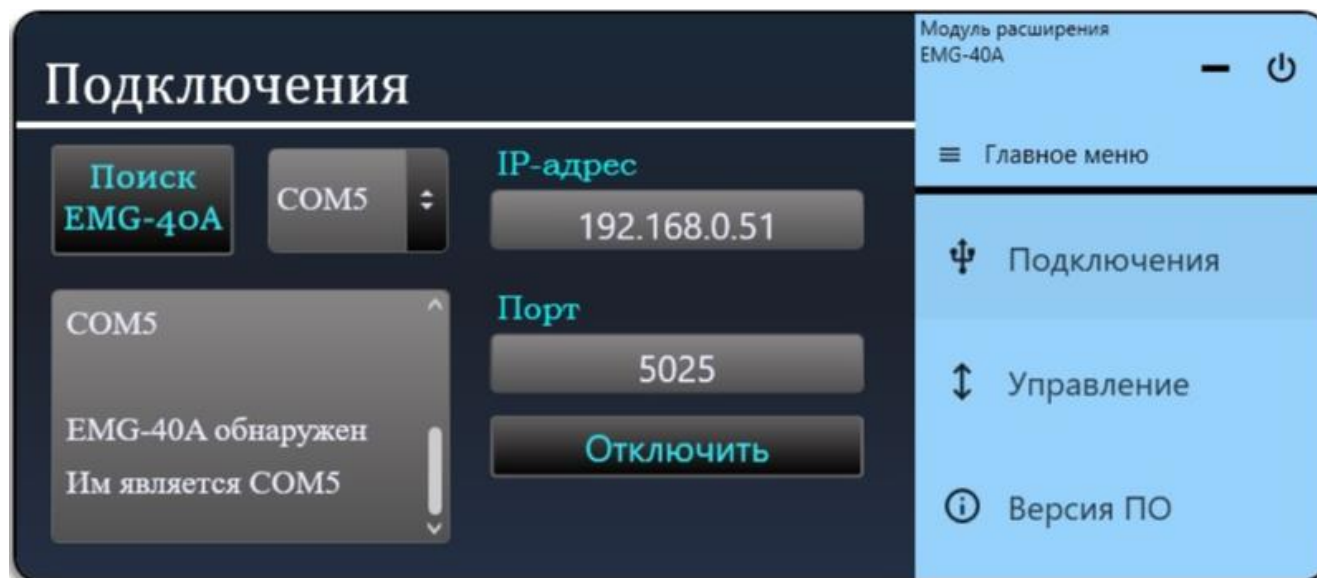


Рисунок 8 – Успешное подключение модуля

В случае если сообщение о найденном модуле отсутствует, пользователь может выбрать нужный COM-порт в списке справа от кнопки «Поиск EMG-40A».

4 Порядок работы

4.1 Описание разъемов

Наименование разъёмов и их предназначение приведены в таблице 4, их расположение приведено на рисунках 9, 10.



Рисунок 9 – Расположение органов управления, разъемов



Рисунок 10 – Расположение органов управления, разъемов

Таблица 4 – Наименование разъемов и их предназначение

Номер позиции	Наименование органа управления, разъема	Описание
1	RF IN	СВЧ кабель с разъемом тип 3,5 мм (вилка) для подключения к источнику СВЧ сигнала НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ОТСОЕДИНЕНИЕ КАБЕЛЯ ОТ МОДУЛЯ!!!
2	POWER	Разъем DJK-02A для подключения блока питания
3	USB	Разъем Mini USB для управления модулем, используя ПО на ПК
4	PULSE	Коаксиальный СВЧ разъем типа SMA (розетка) для подачи модулирующего импульсного сигнала
5	RF OUT	СВЧ переходник, тип 2,92 мм (розетка) – тип 2,92 мм (вилка) для выхода СВЧ сигнала. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ОТСОЕДИНЕНИЕ ПЕРЕХОДНИКА ОТ МОДУЛЯ!!!

ВНИМАНИЕ

Не допускается отсоединение кабеля СВЧ от входа «RF IN» и переходника СВЧ от выхода «RF OUT» модуля.

4.2 Управление модулем через ПО

Управление модулем осуществляется в разделе «Управление». В случае если модуль не подключен, выводится сообщение (рисунок 11).

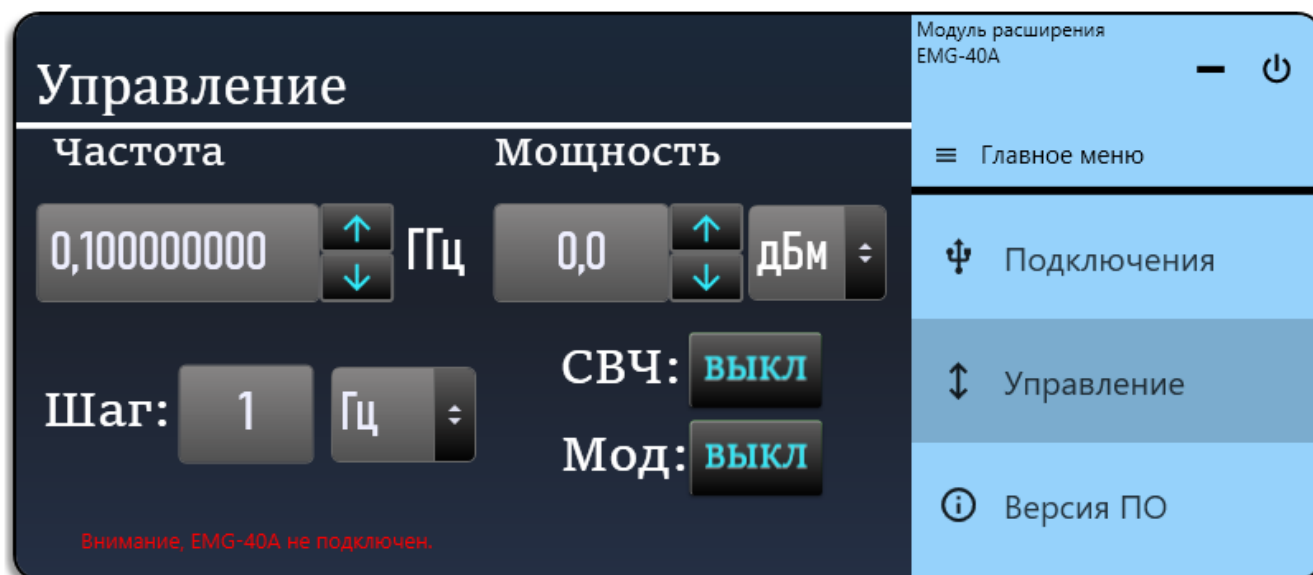


Рисунок 11 – Раздел «Управление» ПО «Модуль EMG-40A»

Подача мощности с выхода модуля осуществляется нажатием кнопки «ВЫКЛ» напротив поля «СВЧ:».

Формирование модулированного сигнала при подаче на вход «PULSE» (поз. 4, рисунок 10) сигнала с генератора импульсов происходит при нажатии кнопки «ВЫКЛ» напротив поля «Мод:».

Значение частоты выходного сигнала устанавливается в поле «Частота». Для отображения частоты используется единица измерения гигагерц. Установить нужное значение можно двумя способами:

1. Непосредственно ввести в поле нужное значение с клавиатуры и нажать «Enter».
2. Воспользоваться кнопками «стрелок» справа от поля. При каждом нажатии значение частоты будет увеличиваться (нажатие на стрелку «вверх») или уменьшаться (нажатие на стрелку «вниз») на величину, отображаемую в поле «Шаг:».

Шаг изменения частоты можно настроить. Для этого нужно:

1. Ввести в поле «Шаг:» значение и нажать «Enter».
2. Выбрать, при необходимости, единицу измерения в поле справа от поля «Шаг:».

Уровень мощности выходного сигнала устанавливается в поле «Мощность». С помощью поля выбора, расположенного справа от поля «Мощность», можно выбрать единицу измерения. Доступны два варианта: дБм и мВт.

Установить мощность можно также двумя способами:

1. Непосредственно ввести значение с клавиатуры и нажать кнопку «Enter».
2. Воспользоваться кнопками «стрелок» справа от поля. При каждом нажатии уровень мощности будет увеличиваться (нажатие на стрелку «вверх») или уменьшаться (нажатие на стрелку «вниз») на 0,1 дБ (независимо от выбранной единицы измерения). Шаг изменения мощности не настраивается.

5 Поверка модуля

Поверка модуля осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений организациями.

6 Хранение

Модуль должен храниться на стеллажах в закрытых складских отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С и относительной влажности воздуха при температуре 20 °С не более 80 %, либо в неотапливаемых помещениях в потребительской таре при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С до 50 °С и относительной влажности воздуха не более 70 % при температуре 35 °С. Расстояние между стенами, полом хранилища и модулем должно быть не менее 100 мм. Расстояние между отопительными устройствами хранилищ и модулем должно быть не менее 0,5 м.

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

7 Транспортирование

Транспортирование модуля допускается в потребительской таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С до 50 °С и относительной влажности не более 70 % без конденсации влаги.

При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли.