



Динамика
научно-производственное предприятие



РЕТОМTM - ВЧ

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПАРАМЕТРОВ
ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**



**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

г.Чебоксары

Содержание

Введение	5
Меры безопасности	7
1 Назначение	9
2 Комплектность	10
3 Структура и общие принципы работы комплекса	11
4 Технические характеристики комплекса РЕТОМ-ВЧ	12
4.1 Технические характеристики устройства РЕТОМ-ВЧ/64	12
4.2 Технические характеристики тестера высокочастотного ВЧТ-25М	17
4.3 Технические характеристики магазина ВЧР-64	19
4.4 Технические характеристики магазина затухания ВЧА-75М	20
4.5 Требования к персональному компьютеру	22
5 Устройство РЕТОМ-ВЧ/64	23
5.1 Общая характеристика и назначение устройства РЕТОМ-ВЧ/64	23
5.2 Схема и общие принципы работы	23
5.3 Особенности схемотехники устройства РЕТОМ-ВЧ/64	24
5.4 Правила эксплуатации	24
5.5 Применение устройства РЕТОМ-ВЧ/64	25
5.5.1 Подключение устройства РЕТОМ-ВЧ/64 к испытываемой аппаратуре	25
5.5.2 Управление устройством РЕТОМ-ВЧ/64	25
6 Магазин RLC	27
6.1 Общая характеристика и назначение магазина RLC	27
6.2 Схема и общие принципы работы	28
6.3 Особенности схемотехники магазина RLC	28
6.4 Правила эксплуатации	28
6.5 Применение магазина RLC	28
7 Магазин затуханий ВЧА-75М	35
7.1 Общая характеристика и назначение магазина затуханий	35
7.2 Схема и общие принципы работы	35
7.3 Особенности схемотехники магазина ВЧА-75М	35
7.4 Правила эксплуатации	36
7.5 Применение магазина затуханий	36
7.5.1 Проверка двух полукомплектов ВЧ-аппаратуры через искусственную линию в лабораторных условиях	36
7.5.2 Определение запаса по затуханию действующего канала	36
8 Тестер высокочастотный ВЧТ-25М	38
8.1 Общая характеристика и назначение ВЧ-тестера	38
8.2 Правила эксплуатации	38
8.3 Сетевой адаптер	38
8.4 Сведения об аккумуляторах и их зарядке	39
9 Руководство пользователя программного обеспечения	40
9.1 Установка программы ВЧ лаборатория на компьютер	40
9.2 Запуск программы ВЧ лаборатория	40
9.3 Обновление и удаление программы ВЧ лаборатория	40
9.3.1 Обновление ПО	40
9.3.2 Удаление ПО	41

9.4 Программирование устройства РЕТОМ-ВЧ/64	41
9.4.1 Привязка к прибору и установка прошивки	42
9.4.2 Программирование устройства РЕТОМ-ВЧ/64 в безопасном режиме	45
9.5 Главное окно программы «ВЧ лаборатория».....	49
9.6 Ручное управление виртуальными приборами.....	50
9.6.1 Генератор Выход 1	54
9.6.2 Генератор Выход 2	56
9.6.3 Измеритель Вход 1	57
9.6.4 Селективный вольтметр	58
9.6.5 Универсальный мультиметр.....	61
9.6.6 Миллисекундомер.....	61
9.6.7 Панель отображения дискретных сигналов и управления выходными контактами.....	62
9.7 Автоматизированные проверки	63
9.7.1 Измерение АЧХ (четырёхполюсника).....	63
9.7.2 Снятие панорамы сигналов	67
9.7.3 Снятие осциллограммы сигнала на Входе 1.....	69
9.7.4 Снятие осциллограммы RMS-сигнала на Входе 1	71
9.7.5 Измерение АХ (четырёхполюсника)	73
9.7.6 ВЧ-заградитель.....	75
9.7.7 Фильтр присоединения	78
9.7.8 Инструменты обработки результатов.....	81
10 Правила хранения и транспортирования.....	82
11 Сведения об утилизации	83

Введение

Комплексы программно-технические измерительные параметров высокочастотного оборудования в электроэнергетике РЕТОМ-ВЧ зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № 52125-18.

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о технических характеристиках, принципе работы, методиках измерений, методах испытаний и способах применения комплекса программно-технического измерительного параметров высокочастотного оборудования в электроэнергетике РЕТОМ™-ВЧ¹ (далее – комплекс) производства ООО «НПП «Динамика» (г. Чебоксары).

Комплекс предназначен для проверки и испытаний высокочастотной (ВЧ) аппаратуры в системах релейной защиты и автоматики (РЗА), а также ВЧ связи.

Комплекс состоит из следующих частей (рисунок 1.1):

- устройство РЕТОМ-ВЧ/64 (далее – устройство);
- тестер высокочастотный ВЧТ-25М (далее – ВЧТ-25М);
- магазин затуханий ВЧА-75М (далее – ВЧА-75М);
- магазин RC ВЧР-64 (далее – ВЧР-64).



Рисунок 1.1 – Состав комплекса РЕТОМ-ВЧ (слева направо: РЕТОМ-ВЧ/64, ВЧА-75М, ВЧР-64, ВЧТ-25М)

Устройство **РЕТОМ-ВЧ/64** составляет основу комплекса. Устройство работает под управлением персонального компьютера и подключается к нему через Ethernet-порт и, в сочетании с программным обеспечением, образует набор высокочастотных и низкочастотных приборов, необходимых и достаточных для выполнения радиотехнических измерений (рисунок 1.2).

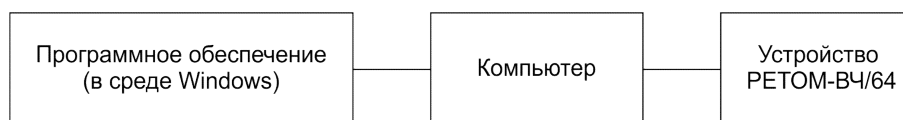


Рисунок 1.2 - Управление устройством РЕТОМ-ВЧ/64

Фактически устройство включает в себя девять приборов, особенность которых заключается в том, что на лицевой панели устройства отсутствуют индикаторы отображения информации. Индикация воспроизводимых (измеренных) значений сигналов производится на дисплее ПК (на виртуальных лицевых панелях). Метрологические характеристики приборов определя-

¹ РЕТОМ™ – зарегистрированная торговая марка. Далее знак опускается.

ются параметрами устройства и не зависят от остальных составных частей РЕТОМ-ВЧ/64. Со всеми приборами можно работать одновременно (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 - Окно программы ВЧ лаборатория с извлеченными виртуальными приборами

РЕТОМ-ВЧ/64 включает в себя следующие приборы:

- генератор широкополосный (генератор);
- широкополосный измеритель (вольтметр, частотомер, анализатор спектра, осциллограф);
- высокочастотный амперметр;
- низкочастотный амперметр;
- низкочастотный вольтметр;
- миллисекундомер;
- регистратор состояния дискретных входов и устройство управления контактными выходами;
- генератор сигналов частотой 50 Гц и генератор сигнала постоянного уровня;
- магазин RLC с дифференциальным трансформатором.

Магазин RLC (в составе РЕТОМ-ВЧ/64) представляет собой набор калиброванных резисторов и конденсаторов, выбор номиналов которых производится на лицевой панели при помощи ползунковых переключателей. Дополнительно в магазине присутствует дифференциальный трансформатор и эквиваленты индуктивности ВЧ-заградителя. Для удобства коммутаций и реализации самых разных схем подключения вручную из всех узлов схемы на лицевую панель в обязательном порядке выведены гнезда.

ВЧТ-25М является многопредельным карманным прибором для измерений параметров сигналов с частотой от 24 до 1200 кГц в полевых условиях. ВЧТ-25М питается от Li-ion (литий-ионного) аккумулятора.

ВЧР-64 - это малогабаритный блок емкостей и сопротивлений, необходимый для проверки фильтров присоединения на открытом распределительном устройстве. Он имитирует нагрузку фильтра присоединения со стороны линии и со стороны высокочастотного кабеля. В состав ВЧР-64 входят эквиваленты волновых сопротивлений линии и эквиваленты емкости конденсатора связи. Для удобства работы блок снабжен магнитными ножками для закрепления его на корпусе проверяемого фильтра присоединения, на рейке, либо любой другой металлической поверхности.

ВЧА-75М представляет собой набор делителей напряжения и образует аттенюатор с переключаемым коэффициентом ослабления. Характеристическое входное и выходное сопротивление магазина составляет 75 Ом.

Применение в комплексе самых последних разработок в области электроники и цифровой обработки сигналов, новых методик проведения проверок, позволило разработать комплекс, который обладает высокими потребительскими свойствами, такими как:

- меньшая цена по сравнению с комплектом обычных приборов, реализующих те же функции;
- повышенная степень автоматизации выполнения проверок и обработки результатов испытаний;
- значительное уменьшение весогабаритных показателей;
- существенная экономия трудозатрат (в 2 - 4 раза) при стандартных проверках;
- повышенная достоверность результатов проверки;
- простота обслуживания, удобство и наглядность;
- повышенная надежность комплекса.

Меры безопасности

Комплекс РЕТОМ-ВЧ соответствует требованиям безопасности ГОСТ 12.2.091-2012.

При проведении измерений необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 22261-94, а также технической документацией на оборудование, на котором производятся измерения.

Убедительная просьба!

**Перед началом работы ознакомьтесь с настоящим
руководством по эксплуатации.**

Во избежание поражения электрическим током или возможного повреждения комплекса РЕТОМ-ВЧ или проверяемого оборудования, необходимо соблюдать изложенные далее правила.



Защитите себя от поражения электрическим током!

- Перед использованием осмотрите корпуса составных частей комплекса на наличие повреждений, обратите внимание на состояние изоляции вокруг соединительных гнезд. Не используйте прибор, если его корпус имеет повреждение или отсутствующие детали!
- Перед началом работ заземлите прибор!
- Осмотрите измерительные кабели с щупами, не имеют ли они повреждений изоляции или оголенных металлических частей, проверьте, нет ли в них обрыва. Не используйте поврежденные кабели!
- На клеммах Выход 2 РЕТОМ-ВЧ/64 возможно присутствие опасного для жизни напряжения!
- Соблюдайте особую осторожность при работе с напряжениями выше 60 В для постоянного и 30 В для переменного напряжения!
- Будьте внимательны! Напряжение питающей сети 230 В с частотой 50 Гц.



Правильность эксплуатации

- Работы по техническому обслуживанию и эксплуатации комплекса должны выполняться квалифицированным персоналом.
- При измерениях соблюдайте правильность подключения щупов и выбора режима измерения.
- При подключении помните, что Вход 1 и Выход 1 РЕТОМ-ВЧ/64 не имеют гальванической развязки между собой.
- Используйте соединительные провода только из комплекта поставки.
- В случае повреждения измерительных кабелей или щупов, отремонтируйте или замените их на исправные из комплекта поставки.



Сохранность комплекса

- Если комплекс был перенесен с мороза в теплое помещение, перед работой необходимо, чтобы он прогрелся до комнатной температуры. Для этого комплекс необходимо выдержать в нормальных климатических условиях не менее четырех часов (крышки устройства и магазина затуханий должны быть открыты).
- Используйте комплекс только по прямому назначению в допустимых пределах измеряемых параметров.
- Не подавайте на вход между гнездами, напряжение или ток, превышающие максимально допустимые значения.
- Если ВЧ-тестер не используется, раз в полгода его необходимо полностью заряжать. Если этого не сделать, батарея полностью разрядится и в дальнейшем у неё быстрее уменьшится срок службы.
- Не работайте и не храните приборы в условиях перегрева и резких перепадов температуры, влажности, в присутствии взрывоопасных газов или сильных магнитных полей.
- Работоспособность приборов может быть нарушена при попадании на него влаги.
- Запрещается вносить в схему приборов какие-либо изменения.
- Не храните приборы вместе с агрессивными жидкостями (например – ацетон, бензин).
- Для очистки корпуса приборов используйте только мягкую ткань и специальные средства.
- Недопустимо использовать для очистки растворители и абразивные вещества.

1 Назначение

Комплекс РЕТОМ-ВЧ предназначен для проверок ВЧ-аппаратуры каналов передачи сигналов защит (ДФЗ, ВЧ блокировки), передачи сигналов-команд РЗ и ПА (отключающих, разрешающих и блокирующих команд релейной защиты, команд противоаварийной и др. автоматики) и связи, фильтров присоединения, разделительных фильтров, ВЧ-заградителей с элементами настройки и других составных частей ВЧ-тракта. Комплекс заменяет от 10 до 15 обычных приборов и вспомогательных блоков, применяемых при проверке ВЧ оборудования РЗА, и, соответственно, облегчает транспортировку.

Комплекс позволяет проводить:

- автоматический или ручной контроль параметров ВЧ-аппаратуры каналов РЗА;
- автоматизированную обработку результатов испытаний;
- выдачу протоколов.

С помощью комплекса выполняется следующий объем работ:

1) Проверка и измерение основных параметров, снятие характеристик ВЧ-аппаратуры релейной защиты различных типов (УПЗ-70, АВЗК-80, ПВЗ, ПВЗ-90(М), ПВЗУ-М, ПВЗУ-Е, ПВЗЛ и др.) с возможностью имитации сигналов, приходящих с релейно-контактных и полупроводниковых устройств РЗА:

- измерение уровня передачи и уровней в контрольных точках;
- проверка чувствительности приемника;
- проверка перегрузочной способности приемника;
- проверка характеристики манипуляции;
- измерение различных времен: задержка безынерционного пуска, задержка ЗАПРЕТ АПК (запрет автоконтроля) и т.д.;
- анализ правильной работы автоконтроля;
- измерение АЧХ приемника (проверка избирательности приемника) и линейного фильтра (ручное и автоматическое);
- измерение выходной мощности передатчика путем измерения тока и напряжения;
- измерение входного сопротивления приемника;
- наладка ВЧ канала РЗ (измерение затухания ВЧ-тракта, измерение запаса по перекрываемому затуханию) и т.д.

2) Проверка и измерение основных параметров, снятие характеристик ВЧ-устройств противоаварийной автоматики различных типов (например, АНКА-АВПА, АКПА-В, АКАП-В, АКА-«Кедр», УПК-Ц и др.):

- проверка напряжений питания плат;
- проверка АЧХ фильтров (Ф.ВХ, ФВЧ, ФНЧ, Ф.ВЫХ1-Ф.ВЫХ14(24), и др.);
- проверка АЧХ тракта приема;
- определение частоты и напряжения несущих;
- измерение частот и напряжений сигналов команд;
- проверка напряжений срабатывания и возврата реле управления передачей команд;
- проверка приоритета при передаче команд;
- проверка длительности посылки команд;
- проверка частотной характеристики тракта приема;
- проверка избирательности приемника;
- балансировка модуляторов;
- проверка амплитудной характеристики передатчика;
- снятие характеристик усилителя-ограничителя;
- проверка работы выходных узлов и выходных реле приемника;
- проверка работы дискриминатора;
- проверка действия сигнализации о неисправности и т.д.

3) Проверка и измерение основных параметров, снятие характеристик аппаратуры связи различных типов (например, ТН-12, АВС, АСК):

- измерение уровней в контрольных точках;
- измерение несущих и контрольных частот;
- проверка амплитудных характеристик трактов;
- измерение АЧХ трактов;
- измерения в канале;
- проверка системы АРУ и т.д.

4) Измерение основных параметров и снятие частотных зависимостей этих параметров для элементов ВЧ-тракта:

- разделительного фильтра;
- ВЧ кабеля;
- фильтра присоединения с конденсатором связи;
- ВЧ-заградителя и элемента настройки.

2 Комплектность

В состав комплекса РЕТОМ-ВЧ входят:

- устройство РЕТОМ-ВЧ/64;
- тестер высокочастотный ВЧТ-25М;
- магазин RC ВЧР-64;
- магазин затуханий ВЧА-75М;
- комплекты эксплуатационной документации и принадлежностей.

По желанию заказчика в состав комплекса можно включить следующие специальные программы:

- проверка высокочастотного поста ПВЗ-90М;
- проверка высокочастотного поста ПВЗУ-Е;
- проверка высокочастотного поста ПВЗЛ;
- проверка устройств противоаварийной автоматики АНКА-АВПА;
- проверка устройств противоаварийной автоматики АКА-16/32 «Кедр»;
- проверка устройств противоаварийной автоматики УПК-Ц.

В дополнение к перечисленному, по отдельному соглашению с покупателем, в комплект поставки могут быть включены персональный компьютер и принтер.

3 Структура и общие принципы работы комплекса

В общем виде принципы работы комплекса и функции составных частей можно представить из рисунка 3.1.

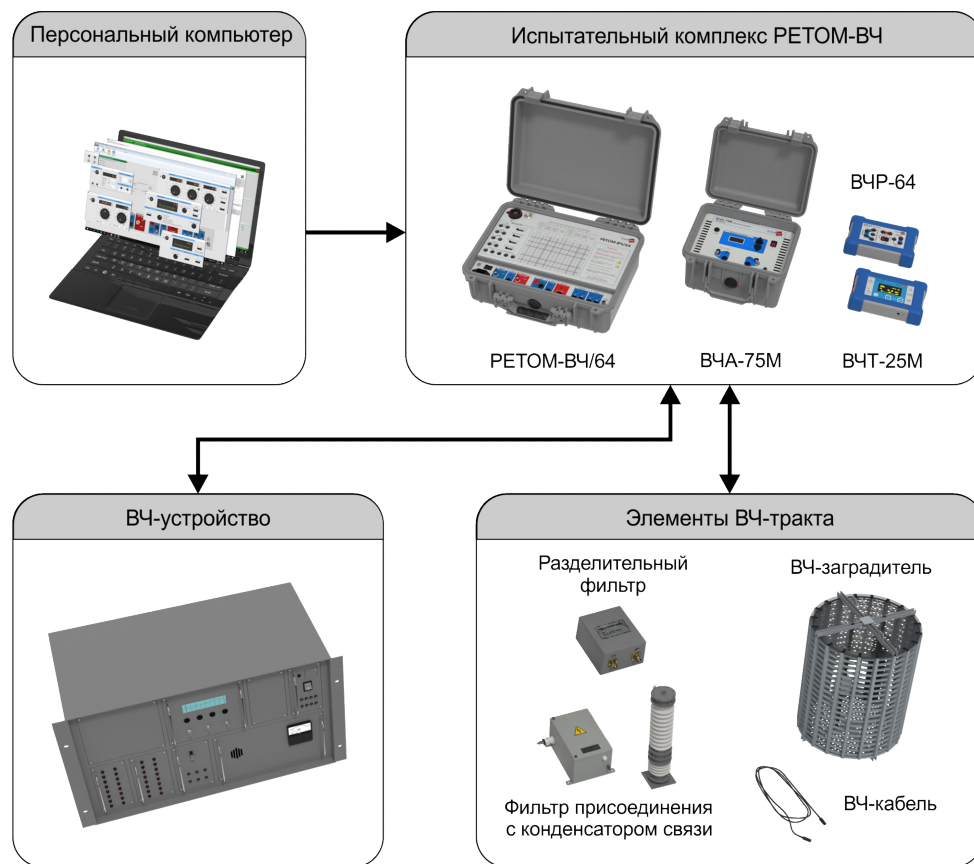


Рисунок 3.1 - Структура комплекса РЕТОМ-ВЧ

Работы по измерению параметров ВЧ оборудования с помощью комплекса РЕТОМ-ВЧ выполняются квалифицированным персоналом, соблюдающим требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 22261-94, а также технической документацией на оборудование, на котором производятся измерения.

Во избежание поражения электрическим током не используйте прибор, если его корпус имеет повреждение или он не заземлен.

4 Технические характеристики комплекса РЕТОМ-ВЧ

4.1 Технические характеристики устройства РЕТОМ-ВЧ/64

Основные технические характеристики устройства в составе комплекса приведены в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1

Наименование характеристики	Значение
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
ВЫХОД 1	
Тип выхода	несимметричный
Диапазон воспроизведения частоты сигнала, Гц	от 40 до 1200000
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения частоты сигнала в диапазоне от 200 до 1200000 Гц, Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-6} F_{\text{ген}} + 0,02)$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения частоты, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока, В	от 0 до 12
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне от 0,06 до 12 В в диапазоне частот от 200 Гц до 1,2 МГц при сопротивлении генератора 75 Ом и сопротивлении нагрузки 75 Ом, В	$\pm(0,022 X_{\text{изм}} + 0,003 A_{\text{к}})$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Диапазон установки уровня сигнала переменного тока при сопротивлении генератора 75 Ом и сопротивлении нагрузки 75 Ом, дБм	от минус 33 до плюс 33
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки уровня сигнала переменного тока при сопротивлении генератора 75 Ом и сопротивлении нагрузки 75 Ом, дБ: - в диапазоне частот от 200 до 500 Гц от минус 13 до плюс 7 дБм св. 7 до 33 дБм - в диапазоне частот от 500 Гц до 1,2 МГц от минус 13 до плюс 7 дБм св. 7 до 33 дБм	$\pm 0,7$ $\pm 0,6$ $\pm 0,5$ $\pm 0,4$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности установки уровня сигнала переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Внутреннее сопротивление ($R_{\text{ген}}$), Ом	75; 600
Затухание несогласованности выхода, до 1,2 МГц, дБ, не менее	45
Пределы допускаемой относительной погрешности ¹⁾ выходного сопротивления (нагрузка 75, 600 Ом), %, не более	± 1
Уровень гармонических составляющих, по отношению к $U_{\text{вых}}$ (дБ0), при $R_{\text{ген}} = 75$ (600) Ом, дБ, не более	минус 60
¹⁾ указана типовая погрешность (справочная информация); дБм – абсолютный уровень дБ по мощности относительно базиса 1 мВт. В формулах абсолютной погрешности приняты обозначения: $X_{\text{изм}}$ – измеренное значение, $A_{\text{к}}$ – конечное значение диапазона измерения, $F_{\text{ген}}$ – частота воспроизведения сигнала, Гц.	

Наименование характеристики	Значение
ВЫХОД 2	
Тип выхода	симметричный
Воспроизведение частоты, Гц	50
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения частоты сигнала, Гц	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения частоты, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока, В	от 0 до 120
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне от 1 до 120 В (к верхнему значению диапазона воспроизведения), %	$\pm 2,5$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения времени выдачи в режиме источника постоянного напряжения в диапазоне от 0,001 до 0,999 с, с ²⁾	$\pm 0,001$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения времени выдачи в режиме источника постоянного напряжения, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений ²⁾	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Максимальная выходная мощность, Вт, не менее	5
Коэффициент нелинейных искажений, %, не более	2
²⁾ для РЕТОМ-ВЧ/64-01	
ВХОД Унч	
Тип входа	симметричный
Номинальный диапазон частоты сигнала, Гц	от 0 до 4000
Диапазоны измерения среднего значения напряжения постоянного тока и среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, В	от 0 до 300
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения среднего значения напряжения постоянного тока и среднеквадратичного значения напряжения переменного тока в диапазонах от 0,03 до 3 В, св. 3 до 30 В, св. 30 до 300 В, В	$\pm (0,022X_{изм} + 0,003A_k)$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений среднего значения напряжения постоянного тока и среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Диапазоны измерения среднеквадратичного значения уровня сигнала напряжения переменного тока, дБн	от -28 до +12 включ.; св. +12 до +32 включ.; св. +32 до +52
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения уровня сигнала в напряжения переменного тока, дБ	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня сигнала напряжения переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Входное сопротивление вольтметра, кОм, не менее	1000
дБн – абсолютный уровень дБ по напряжению относительно базиса 0,775 В.	
В формулах абсолютной погрешности приняты обозначения: $X_{изм}$ – измеренное значение, A_k – конечное значение диапазона измерения.	

Наименование характеристики	Значение
ВХОД Iнч	
Номинальная частота сигнала, Гц	50
Диапазон измерения среднеквадратичного значения силы переменного тока, мА	от 0 до 30
Диапазон измерения среднего значения силы постоянного тока, мА	от 0 до 50
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения среднеквадратичного значения силы переменного тока в диапазоне от 0,003 до 0,030 А и среднего значения силы постоянного тока в диапазоне от 0,005 до 0,050 А, мА, не более	$\pm(0,022X_{изм} + 0,003A_k)$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений среднего значения силы постоянного тока и среднеквадратичного значения силы переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Входное сопротивление амперметра, Ом, не более	1
<i>В формулах абсолютной погрешности приняты обозначения: $X_{изм}$ – измеренное значение, A_k – конечное значение диапазона измерения.</i>	
ВХОД Iвч	
Номинальный диапазон частоты сигнала, кГц	от 24 до 1000
Диапазон измерений силы переменного тока, А	от 0 до 1 ³⁾
Входное сопротивление амперметра, Ом, не более	1
Затухание асимметрии входа тока, до 1,2 МГц, дБ, не менее	45
³⁾ Погрешность не нормируется	
ВХОД 1	
Тип входа	несимметричный
Номинальный диапазон частоты сигнала, Гц	от 40 до 1200000
Диапазоны измерения среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, В	от 0 до 100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения среднеквадратичного значения напряжения переменного тока в диапазонах от 0,01 до 1 В, св. 1 до 10 В, св. 10 до 100 В в диапазоне частот от 200 до 1200000 Гц, В	$\pm(0,022X_{изм} + 0,003A_k)$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Диапазоны измерения среднеквадратичного значения уровня сигнала переменного тока (нагрузка 75 Ом), дБм	от -29 до +11 включ.; св. +11 до +30 включ.; св. +30 до +51
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения уровня сигнала, дБ	$\pm 0,4$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня сигнала, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Входной импеданс вольтметра	50 кОм // <25 пФ ⁴⁾ 75 Ом // <25 пФ ⁴⁾ 600 Ом // <25 пФ ⁴⁾
ВЧ-ЧАСТОТОМЕР (ВХОД 1)	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты сигнала при уровне входного сигнала от 50 до 100 % от предела измерения (на пределах 1 В, 10 В, 100 В), Гц: - в диапазоне частот св. 200 до 500 Гц включ. - в диапазоне частот св. 500 Гц до 1,2 МГц	$\pm(0,00016X_{изм} + 4,8)$ ± 5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений частоты, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
⁴⁾ При подключении через кабель КВ 75-03 (входит в комплект поставки) – входная емкость 100 пФ. дБм – абсолютный уровень дБ по мощности относительно базиса 1 мВт. В формулах абсолютной погрешности приняты обозначения: $X_{изм}$ – измеренное значение, A_k – конечное значение диапазона измерения.	

Наименование характеристики	Значение
МАГАЗИН R1	
Номинальное значение воспроизведения сопротивления, Ом	10; 15; 20; 50; 100; 150
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения сопротивления, %	± 1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения сопротивления, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Номинальный диапазон частоты, кГц	от 0 до 1000
МАГАЗИН R2	
Номинальное значение воспроизведения сопротивления, Ом	75; 240; 280; 310; 330; 450
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения сопротивления, %	± 1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения сопротивления, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Номинальный диапазон частоты, кГц	от 0 до 1000
МАГАЗИН C1	
Номинальное значение емкости, нФ	2,2; 3,2; 4,4; 4,65; 6,4; 7
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения емкости, %	± 2
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения емкости, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Номинальный диапазон частоты, кГц	от 0,2 до 1000
МАГАЗИН L1	
Номинальное значение индуктивности, мГн	0,25; 0,5; 0,6; 1,0; 1,2; 2,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения индуктивности, %	± 5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения индуктивности, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Наибольший допустимый ток, А	0,5
Номинальный диапазон частоты, кГц	от 24 до 1000
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР T1	
Коэффициент трансформации W_{35}/W_{12}	2
Коэффициент трансформации W_{34}/W_{12}	1
Коэффициент трансформации W_{45}/W_{12}	1
Пределы допускаемой основной относительной погрешности установки коэффициентов трансформации, %	± 5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности установки коэффициентов трансформации, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Пределы допускаемой основной относительной погрешности асимметричности коэффициентов трансформации W_{34}/W_{12} , W_{45}/W_{12} (при номинальной нагрузке $R_{ном}=150$ Ом), %	± 5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности асимметричности коэффициентов трансформации, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С
Наибольшее допустимое входное напряжение, В	10
Номинальный диапазон частоты, кГц	от 24 до 1000
В формулах абсолютной погрешности приняты обозначения: W_{35} , W_{12} , W_{34} , W_{45} - обмотки дифференциального трансформатора.	

Наименование характеристики	Значение
МИЛЛИСЕКУНДОМЕР	
Диапазон измерения времени, с	от 0,001 до 99
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения временных интервалов, с, не более: - в диапазоне св. 0,001 до 0,999 с включ.; - в диапазоне св. 0,999 до 9,999 с включ.; - в диапазоне св. 9,999 до 99,00 с	$\pm 0,001$ $\pm 0,01$ $\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений временных интервалов, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Разрешающая способность регистрации изменения состояния контактов (по времени), мс, не более	0,4
КОНТАКТНЫЕ ВЫХОДЫ	
Количество	2
Коммутационная способность (не менее 50000 циклов)	$\approx 30 \text{ В} / 3 \text{ А};$ $\sim 250 \text{ В} / 3 \text{ А}$
Сопротивление в замкнутом состоянии, Ом, не более	0,2
Сопротивление в разомкнутом состоянии, МОм, не менее	50
ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ	
Количество	2
Род сигналов:	"сухой" контакт, контакт под напряжением постоянного тока до 300 В, лог. сигнал ТТЛ/CMOS

Общие характеристики, рабочие условия применения и характеристики надежности устройства приведены в таблице 4.1.2.

Таблица 4.1.2

Наименование характеристики	Значение
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Максимальная выходная мощность в режиме воспроизведения напряжения переменного тока на Выходе 2, Вт, не более	5
Мощность R1 (МАГАЗИН RLC), Вт, не более	1
Мощность R2 (МАГАЗИН RLC), Вт, не более	30
Рабочее напряжение С1 (МАГАЗИН RLC), В, не более	100
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015: - оболочки - выходных клемм	IP66 IP20
Требования безопасности по ГОСТ IEC 61010-1-2014: - изоляция - категория монтажа (категория перенапряжения) - степень загрязнения микросреды	основная CAT II 2
Испытательное напряжение (переменного тока) электрической прочности изоляции между гальванически развязанными цепями, В: - цепи сетевого питания ↔ корпус - цепи сетевого питания/корпус ↔ «К1», «К2», «Выход 1», «Вход 1», «Выход 2», «С1» - цепи сетевого питания/корпус ↔ дискретные входы, «Унч»	1500 1500 2000
Сопротивление изоляции между корпусом и гальванически изолированными токоведущими частями устройства, МОм, не менее	20

Наименование характеристики	Значение
Требования ЭМС по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014	для промышленной электромагнитной среды
Масса устройства, кг, не более	6,3
Габаритные размеры устройства, мм, не более	415 × 175 × 335
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °C	от 10 до 40
Температура нормальных условий, °C	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °C	от 5 до 40
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °C	от - 50 до + 50
Относительная влажность воздуха при 25 °C, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 30631-99	M23
Параметры электрического питания устройства:	
- частота питающей сети, Гц	от 45 до 65
- номинальное напряжение сети, В	230
- напряжение сети, В	от 187 до 242
- потребляемая мощность, В·А, не более	50
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ	
Средний срок службы устройств, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	25000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3

4.2 Технические характеристики тестера высокочастотного ВЧТ-25М

Основные технические характеристики ВЧТ-25М приведены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1

Наименование характеристики	Значение
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Номинальный диапазон частоты сигнала, кГц:	от 24 до 1200
Диапазоны измерения среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, В	0,02 – 200 ¹⁾
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, В - для диапазонов от 0,02 до 0,2 В; св. 0,2 до 2 В; св. 2 до 20 В - для диапазонов св. 20 до 100 В	$\pm(0,022X_{\text{изм}} + 0,003A_{\text{к}})$ $\pm(0,022X_{\text{изм}} + 0,006A_{\text{к}})$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Входной импеданс вольтметра	25 кОм // <20 пФ ²⁾
Диапазоны измерения среднеквадратичного значения уровня сигнала переменного тока (нагрузка 75 Ом), дБм	минус 23 – плюс 57 ¹⁾
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения среднеквадратичного значения уровня сигнала переменного тока для диапазонов уровня сигнала от минус 23 до минус 3 дБм, св. минус 3 до плюс 17 дБм, св. плюс 17 до плюс 37 дБм, св. плюс 37 до плюс 51 дБм, дБ	±0,5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений среднеквадратичного значения уровня сигнала переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы переменного тока, А	0,002 – 2 ³⁾
Входное сопротивление амперметра, Ом, не более	0,5
Ослабление сигнала с частотой 50 Гц, дБ, не менее	40
¹⁾ Погрешность нормирована для напряжения до 100 В и уровня сигнала до 51 дБм; ²⁾ При подключении через кабель КВ 75-03 входная емкость 100 пФ; ³⁾ Погрешность амперметра не нормируется. Примечания: дБм - абсолютный уровень по мощности относительно базиса 1мВт. В формулах основной абсолютной погрешности приняты обозначения: $X_{изм}$ – измеренное значение, A_k – конечное значение диапазона измерения.	

Общие характеристики, рабочие условия применения и характеристики надежности ВЧТ-25М приведены в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2

Наименование характеристики	Значение
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015: - оболочки - выходных клемм	IP41 IP20
Требования безопасности по ГОСТ IEC 61010-1-2014: - изоляция - категория монтажа (категория перенапряжения) - степень загрязнения микросреды	усиленная CAT II 2
Испытательное напряжение (переменного тока) электрической прочности изоляции между измерительными входами, гнездом питания и корпусом, В, не менее	2300
Сопротивление изоляции между корпусом и гальванически изолированными токоведущими частями тестера, МОм, не менее	20
Требования ЭМС по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014	для промышленной электромагнитной среды
Время непрерывной работы при выключенной подсветке, ч, не менее	12 ⁴⁾
Масса, кг, не более	0,5
Габаритные размеры, мм, не более	125 × 185 × 50
⁴⁾ При полностью заряженном аккумуляторе	
РАБОЧИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °С	от 0 до 45
Температура нормальных условий, °С	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °С	от 5 до 40
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °С	от - 50 до + 50
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 30631-99	M23
Питание устройства: - тип элемента - количество элементов, шт. - напряжение, В - емкость, мА·ч	Li-ion 1 3,7 2200
Максимальный потребляемый ток, мА, не более	140

Наименование характеристики	Значение
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ	
Средний срок службы, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	25000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3

4.3 Технические характеристики магазина ВЧР-64

Основные технические данные и характеристики ВЧР-64 приведены в таблице 4.3.1.

Таблица 4.3.1

Наименование характеристики	Значение
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	
СОПРОТИВЛЕНИЕ R1	
Номинальное значение сопротивления, Ом	75
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения сопротивления, %	± 1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения сопротивления, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Номинальный диапазон частоты, кГц	0 – 1000
МАГАЗИН R2	
Номинальное значение сопротивления, Ом	310, 450
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения сопротивления, %	± 1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения сопротивления, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Номинальный диапазон частоты, кГц	0 – 1000
МАГАЗИН С1	
Номинальное значение емкости эквивалентов конденсатора, нФ	3,2; 4,65; 6,4; 7;
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения емкости, %	± 2
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения ёмкости, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
Номинальный диапазон частоты, кГц	0,2 – 1000
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Мощность R1 (магазин RC ВЧР-64), Вт, не более	50
Мощность R2 (магазин RC ВЧР-64), Вт, не более	4
Рабочее напряжение С1 (магазин RC ВЧР-64), В, не более	200
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015:	
- оболочки	IP40
- клемм	IP00
Требования безопасности по ГОСТ IEC 61010-1-2014:	
- изоляция	усиленная
- категория монтажа (категория перенапряжения)	CAT II
- степень загрязнения микросреды	2
Испытательное напряжение (переменного тока) электрической прочности изоляции между входом-выходом и корпусом, В	2300
Сопротивление изоляции между корпусом и изолированными по постоянному току электрическими цепями, МОм, не менее	20

Наименование характеристики	Значение
Требования ЭМС по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014	для промышленной электромагнитной среды
Масса, кг, не более	0,3
Габаритные размеры, мм, не более	125 × 185 × 50
РАБОЧИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °C	от - 20 до + 50
Температура нормальных условий, °C	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °C	от + 5 до + 40
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °C	от - 50 до + 50
Относительная влажность воздуха при 25 °C, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 30631-99	M23
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ	
Средний срок службы, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	25000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3

4.4 Технические характеристики магазина затухания ВЧА-75М

Основные технические данные ВЧА-75М приведены в таблице 4.4.1.

Таблица 4.4.1

Наименование характеристики	Значение
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	
Номинальный диапазон частоты, МГц	от 0,004 до 1
Характеристическое сопротивление, Ом	75
Максимальное входное напряжение переменного тока, В	75*
Диапазон установки затухания, дБ	от 0 до 49
Дискретность установки диапазона затухания, дБ	1
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки затухания, дБ	± 0,25
Пределы допускаемой дополнительной погрешности установки затухания, обусловленной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений	не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °C
* Допустимая длительность работы при напряжении 50 В – 10 минут, при напряжении 75 В – не более 1 минуты.	

Общие характеристики, рабочие условия применения и характеристики надежности ВЧА-75М приведены в таблице 4.4.2.

Таблица 4.4.2

Наименование характеристики	Значение
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015: - оболочки - выходных клемм	IP66 IP20
Требования безопасности по ГОСТ IEC 61010-1-2014: - изоляция - категория монтажа (категория перенапряжения) - степень загрязнения микросреды	основная CAT II 2

<i>Наименование характеристики</i>	<i>Значение</i>
Испытательное напряжение (переменного тока) электрической прочности изоляции между входом, выходом, клеммой рабочего заземления и гнездом питания относительно корпуса, В, не менее	1500
Сопротивление изоляции между корпусом и гальванически изолированными токоведущими частями устройства, МОм, не менее	20
Требования ЭМС по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014	для промышленной электромагнитной среды
Масса, кг, не более	3
Габаритные размеры, мм, не более	270 × 246 × 174
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °C	от 0 до 50
Температура нормальных условий, °C	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °C	от 5 до 40
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °C	от – 50 до + 50
Относительная влажность воздуха при 25 °C, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90	M23
Питание 1) внешнее (от сетевого адаптера): - напряжение, В, не менее - ток, А, не менее 2) встроенное - тип аккумулятора - количество элементов - напряжение, В - емкость, мАч	 5 1 Li-ion 1 3,7 2200
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ	
Средний срок службы (кроме аккумулятора, индикатора и сетевого адаптера), лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	25000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3

4.5 Требования к персональному компьютеру

Устройство РЕТОМ-ВЧ/64 работает под управлением компьютера (далее – ПК) типа IBM-AT со следующими параметрами:

- процессор двухъядерный, с частотой не менее 2160 МГц;
- оперативная память не менее 2 Гб;
- операционная система Windows 7 (все версии, кроме Starter Edition), Windows 8, Windows 10 (рекомендуем версию 64 бит);
- экран с разрешением не менее 1366×768;
- наличие Ethernet и USB портов;
- свободное место на жестком диске более 1 Гб.

5 Устройство РЕТОМ-ВЧ/64

Устройство РЕТОМ-ВЧ/64 составляет основу комплекса РЕТОМ-ВЧ.

5.1 Общая характеристика и назначение устройства РЕТОМ-ВЧ/64

Устройство представляет собой девять измерительных приборов, объединенных общим корпусом и интегрированным процессорным управляющим модулем:

- генератор широкополосный (генератор);
- широкополосный измеритель (вольтметр, частотомер, анализатор спектра, осциллограф);
- высокочастотный амперметр;
- низкочастотный амперметр;
- низкочастотный вольтметр;
- миллисекундомер;
- регистратор состояния дискретных входов и устройство управления контактными выходами;
- генератор сигналов частотой 50 Гц и генератор сигнала постоянного уровня;
- магазин RLC с дифференциальным трансформатором.

Все приборы работают независимо друг от друга и могут выполнять свои функции одновременно. Визуализация шкал приборов и управление ими производится в программном окне, открываемом для каждого прибора на экране компьютера.

5.2 Схема и общие принципы работы

Общая структура устройства РЕТОМ-ВЧ/64 приведена на рисунке 5.1. Основные узлы этой структуры:

- два генераторных канала:
 - Выход 1 – широкополосный генератор;
 - Выход 2 – источник напряжения переменного тока от 0 до 120 В частотой 50 Гц и источник постоянного напряжения от 0 до 250 В;
- два канала с управляемыми контактами на выходе;
- четыре измерительных модуля:
 - НЧ вольтметр (U_{нч});
 - НЧ амперметр (I_{нч});
 - широкополосный измеритель (Вход 1);
 - ВЧ амперметр (I_{вч});
- интерфейсный модуль, осуществляющий связь между РЕТОМ-ВЧ/64 и компьютером;
- источник питания.

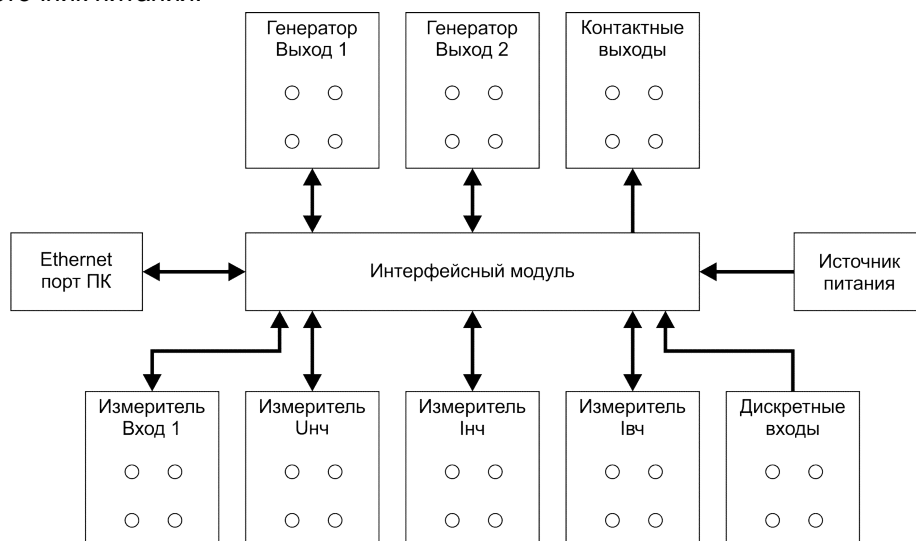


Рисунок 5.1 – Блок-схема устройства РЕТОМ-ВЧ/64

5.3 Особенности схемотехники устройства РЕТОМ-ВЧ/64

В качестве дополнительной информации далее дана краткая характеристика схемотехники входов и выходов, которая поможет надлежащим образом использовать устройство, и разрешит многие вопросы применения РЕТОМ-ВЧ/64.

Дискретные входы. Два изолированных входа D1, D2 – выведены на переднюю панель устройства РЕТОМ-ВЧ/64. Входы D1, D2 изолированы как друг от друга, так и от всех измерителей и генераторов. Все входы реагируют на сигналы типа «сухой контакт», контакт под напряжением (до 300 В постоянного тока) и логические сигналы с уровнями TTL/CMOS (от 10 В).

Упрощенная схема изолированных входов D1 и D2 приведена на рисунке 5.2.

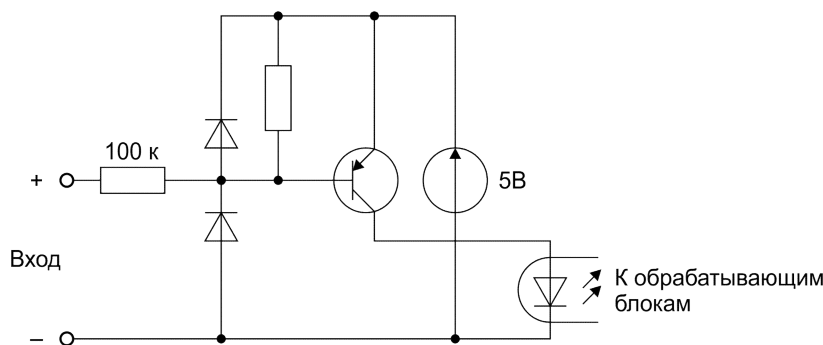


Рисунок 5.2 – Структура входных цепей у входов D1 и D2 для дискретных сигналов, рассчитанных на восприятие сигналов от контактов и сигналов TTL

Входы D1, D2 рассчитаны на восприятие не только сигналов от «сухих контактов» и контактов под напряжением, но и логических сигналов TTL/CMOS. Пороговое напряжение этих входов составляет от 3 В. Изолированные входы D1, D2 без последствий переносят напряжение на входах до 300 В постоянного тока (соблюдение полярности – обязательно!).

Ко всем аналоговым гнездам РЕТОМ-ВЧ/64 нельзя прикладывать напряжение или пропускать ток, превышающий значение верхнего предела измерений. Например, нельзя подавать на вход широкополосного измерителя напряжение более 100 В (верхний предел широкополосного измерителя – 100 В_{эфф}).

Контактные выходы. Два управляемых контакта K1 и K2 выведены на гнезда на лицевой панели РЕТОМ-ВЧ/64. В качестве K1 и K2 использованы реле NY5W-K. Для контактов реле NY5W-K регламентируется не менее 105 циклов с параметрами 5 А / 30 В (либо 104 – с параметрами 1 А / 250 В) для постоянного тока или 2 А / 250 В переменного тока.

5.4 Правила эксплуатации

При эксплуатации устройства РЕТОМ-ВЧ/64 необходимо соблюдать следующие правила:

- необходимо заземлять РЕТОМ-ВЧ/64 с помощью клеммы $\oplus$, расположенной на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64;
- все подключения выполнять при выключенном устройстве РЕТОМ-ВЧ/64;
- при появлении на дисплее сообщения о перегреве устройства РЕТОМ-ВЧ/64, последнее рекомендуется не выключать из сети, а обнулить выходные напряжения генераторов и подождать 5-10 минут. При этом генераторы будут выключены, а работающий вентилятор быстро охладит устройство;
- не замыкать между собой Выход 1 и Выход 2 - это может вывести генераторы из строя;
- при подключении сетевого кабеля первоначально следует вставить разъем в прибор, а только затем вставлять сетевую вилку в розетку.

В комплексе предусмотрены специальные решения, обеспечивающие безопасность проведения работ, защиту самого устройства РЕТОМ-ВЧ/64 и, что очень важно, проверяемой аппаратуры. К этим мерам относятся следующие программно-аппаратные решения:

- схема сигнализации о включенных генераторах (светодиоды на соответствующих полях лицевой панели);
- схема температурной защиты. Схема выключает генераторы, если выходной ток превышает заданный пороговый уровень в течение недопустимо длительного промежутка времени. Это позволяет предотвратить выход из строя от перегрева как самого РЕТОМ-ВЧ/64, так и проверяемых узлов;
- схемы токоограничения на выходе генераторов;
- блокирование выходных каскадов генераторов при выключении питания ПК или устройства РЕТОМ-ВЧ/64;
- тепловая защита триггерного типа. Защита выключает генераторы при перегреве во всех нештатных ситуациях.

5.5 Применение устройства РЕТОМ-ВЧ/64

5.5.1 Подключение устройства РЕТОМ-ВЧ/64 к испытываемой аппаратуре

На рисунке 5.3 приведена общая схема подключения устройства РЕТОМ-ВЧ/64, а на рисунке 5.4 – передняя панель устройства РЕТОМ-ВЧ/64 с пояснениями.



Рисунок 5.3 – Общая схема подключения устройства РЕТОМ-ВЧ/64 (сетевые шнуры не показаны)

Все операции по подключению проверяемых устройств и узлов к устройству РЕТОМ-ВЧ/64 осуществляются на его лицевой панели. Устройство РЕТОМ-ВЧ/64 подключается к ПК при помощи стандартного кабеля интерфейса Ethernet. Этот кабель со стороны компьютера соединяется с выходом Ethernet, а со стороны устройства РЕТОМ-ВЧ/64 – с Ethernet розеткой, которая находится на лицевой панели устройства.

ВНИМАНИЕ! При измерении часто требуется согласование выхода генератора с входом измерителя (вольтметра), для этого используются встроенные согласующие и нагрузочные сопротивления.

5.5.2 Управление устройством РЕТОМ-ВЧ/64

Управление устройством РЕТОМ-ВЧ/64 осуществляется посредством программного обеспечения «Виртуальная ВЧ-лаборатория».

Описание работы пакета программ приведено в разделе 9 настоящего руководства.

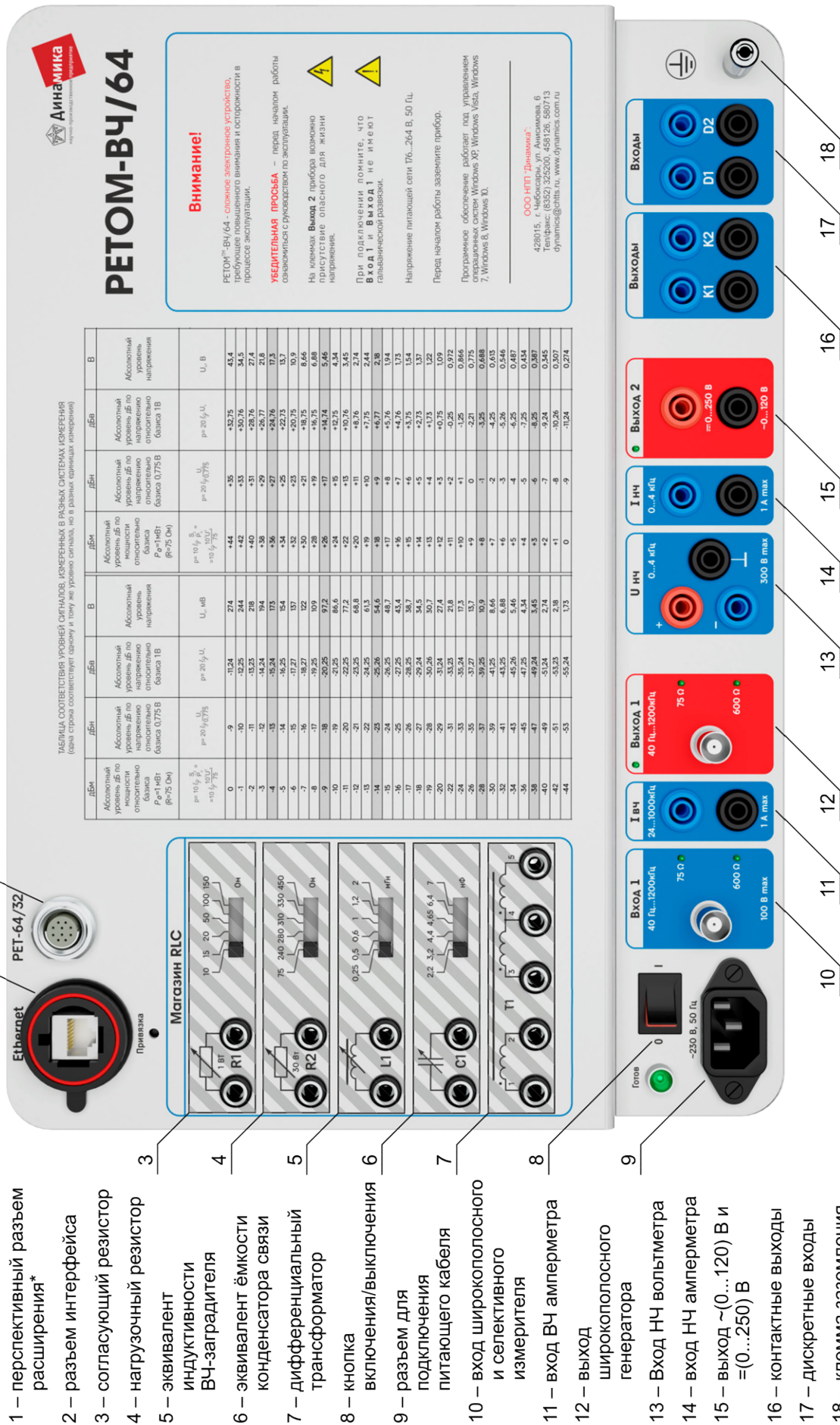


Рисунок 5.4 – Передняя панель устройства РЕТОМ-ВЧ/64

6 Магазин RLC

Магазин RLC является встроенным блоком устройства РЕТОМ-ВЧ/64.

6.1 Общая характеристика и назначение магазина RLC

При работах по наладке и эксплуатации ВЧ-устройств релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА), а также элементов ВЧ-тракта существует множество схем и средств измерений проверяемого оборудования. Все эти схемы оговорены в методических указаниях по наладке и техническому обслуживанию конкретно взятого устройства. Например, для определения частотной зависимости рабочего затухания четырехполюсника, необходимо собрать схему (рисунок 6.1).

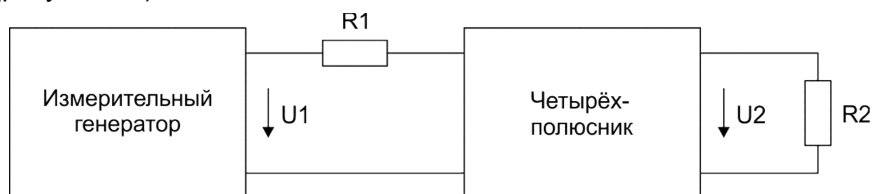


Рисунок 6.1 - Схема для определения рабочего затухания четырехполюсника

Сопротивления R1 и R2 в этой схеме выбираются равными номинальным сопротивлениям нагрузки для каждого конкретного четырехполюсника.

Дополнительной особенностью определения параметров элементов ВЧ-тракта (например, ВЧ кабеля, фильтра присоединения с конденсатором связи и ВЧ-заградителя), является то, что измерения зачастую приходится проводить в полевых условиях, и иметь при этом эквиваленты конденсатора связи и характеристических сопротивлений линейных трактов с различными схемами присоединения к линии электропередач. Магазин RLC, в составе устройства РЕТОМ-ВЧ/64, значительно облегчает перечисленные задачи.

Магазин RLC включает в себя следующие типовые элементы (в виде наборов), которые применяются при проверках:

- типовые входные/выходные резисторы R1, R2, применяющиеся в проверках;
- эквиваленты характеристических сопротивлений линейного ВЧ-тракта с разными схемами подключения к ВЛ;
- эквиваленты конденсаторов связи;
- эквиваленты типовых индуктивностей реактора ВЧ-заградителя;
- дифференциальный трансформатор.

Магазин предназначен для расширения области применения комплекса РЕТОМ-ВЧ, за счет возможности измерений в месте установки фильтра присоединения (в полевых условиях), а также повышения производительности труда при работах по наладке и эксплуатации ВЧ-устройств РЗ, ПА и элементов ВЧ-тракта.

Магазин RLC удобно использовать, когда проверяются следующие параметры:

- затухание (рабочее, вносимое, передачи) таких четырехполюсников, как фильтр присоединения с конденсатором связи (ФП с КС), ВЧ кабеля как на одной частоте, так и в диапазоне частот;
- модуль входного сопротивления ФП с КС, ВЧ-тракта, модуль полного сопротивления ВЧ-заградителя, активную составляющую сопротивления ВЧ-заградителя;
- коэффициенты усиления усилителей;
- ВЧ или НЧ ток, прямым (ВЧ-тестер) и косвенным методами.

6.2 Схема и общие принципы работы

Магазин RLC (рисунок 6.2) представляет собой наборы прецизионных высокочастотных резисторов, конденсаторов и дросселей (индуктивностей). Принципиальная схема магазина RLC ясна из лицевой панели устройства, и, практически, сводится к тому, что клеммы каждого переключаемого элемента выведены на гнезда лицевой панели.

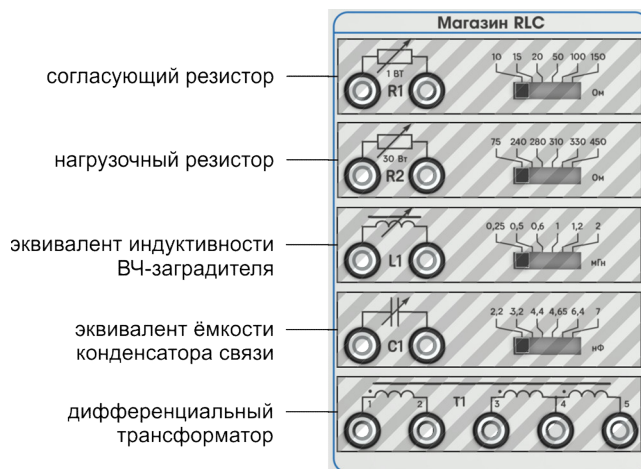


Рисунок 6.2 – Общий вид магазина RLC в составе устройства РЕТОМ-ВЧ/64

Переключатель, расположенный в верхней области магазина RLC, изменяет значение сопротивления R1. С его помощью устанавливается одно из следующих значений резистора R1: 10, 15, 20, 50, 100, 150 Ом. Мощность резистора R1 – 1 Вт, погрешность номинального значения сопротивления $\pm 1\%$.

Следующим (сверху вниз) идет переключатель, который изменяет значение сопротивления R2. С его помощью устанавливается одно из следующих значений сопротивления резистора R2: 75, 240, 280, 310, 330, 450 Ом; мощность – 30 Вт, погрешность номинального значения сопротивления $\pm 1\%$.

Далее расположены клеммы эквивалента индуктивности L1. С его помощью устанавливается одно из следующих значений индуктивности: 0,25; 0,5; 0,6; 1,0; 1,2; 2,0 мГн. Катушки индуктивностей ориентированы на диапазон частот от 24 до 1000 кГц.

Далее расположена емкость эквивалента конденсатора связи C1. С его помощью устанавливается одно из следующих значений C1: 2,2; 3,2; 4,4; 4,65; 6,4; 7 нФ. Допустимое напряжение конденсаторов C1 в магазине RLC составляет 100 В постоянного тока, погрешность номинального значения емкости $\pm 2\%$.

Далее следует дифференциальный трансформатор T1, все обмотки которого выведены на соответствующие клеммы лицевой панели.

6.3 Особенности схемотехники магазина RLC

Все токоведущие элементы изолированы от корпуса и недоступны для прикосновения. Для повышения безопасности на передней панели корпуса предусмотрена клемма заземления.

6.4 Правила эксплуатации

При соединениях коаксиальным кабелем использовать только кабели с безопасными коаксиальными разъемами из комплекта поставки.

6.5 Применение магазина RLC

Дифференциальный трансформатор T1 магазина RLC может быть использован для проверки затухания несогласованности фильтра присоединения (подробнее в разделе 9.7.7 данного руководства).

Также дифференциальный трансформатор Т1 может быть использован для гальванической развязки измерителя Выход 1 от генератора Выход 1 (рисунок 6.3).

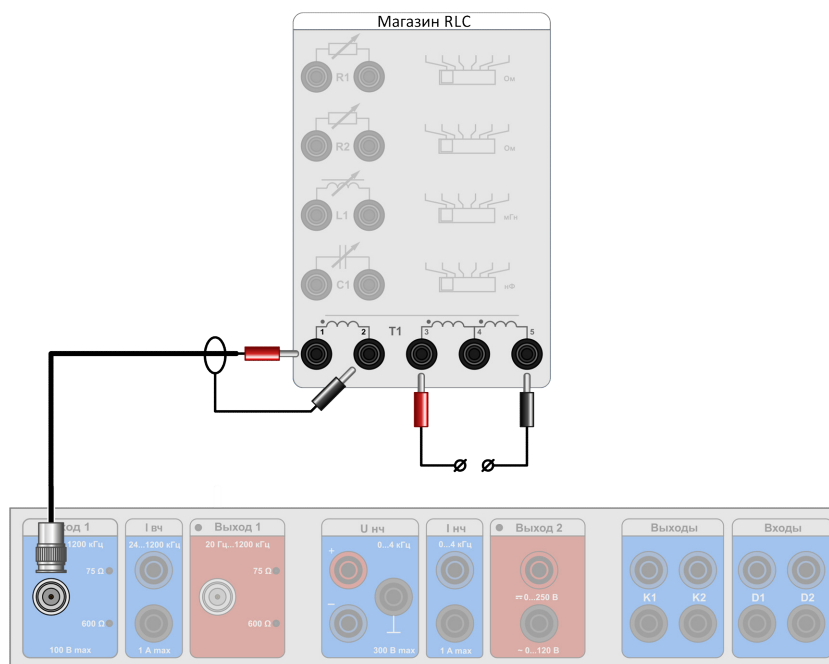


Рисунок 6.3 – Схема для организации гальванической развязки Выход 1 и Выход 1

Магазин RLC совместно с РЕТОМ-ВЧ/64 и тестером ВЧТ-25М используют при измерении рабочего затухания и входного сопротивления фильтров.

Для измерения рабочего затухания используется схема, приведенная на рисунке 6.4. Эта схема (а также остальные проверочные схемы, которые приведены далее) отличается от принятых в практике проверок тем, что в них используются только средства комплекса РЕТОМ-ВЧ, а не отдельные генератор, вольтметр и вспомогательные схемные компоненты.

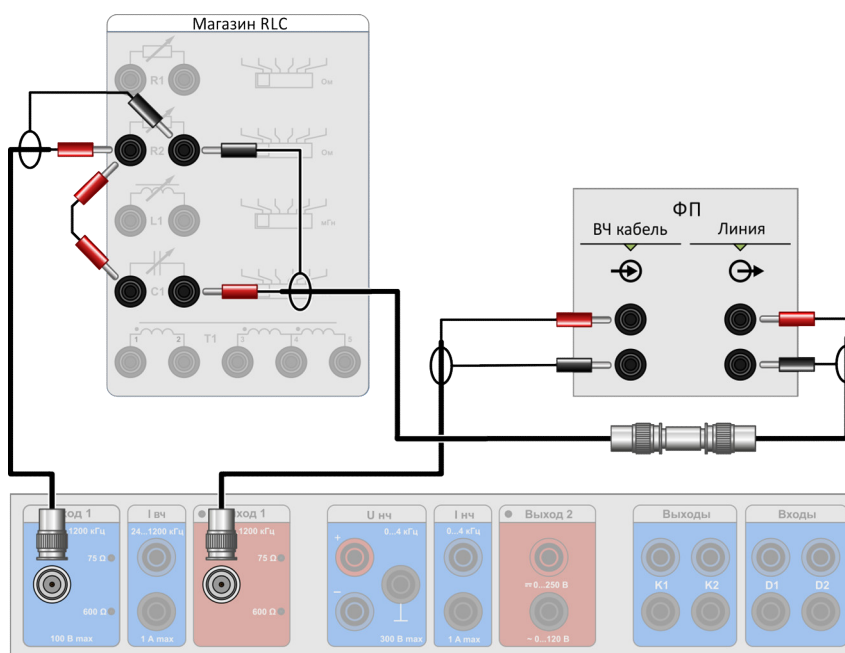


Рисунок 6.4 – Схема для определения рабочего затухания и снятия АЧХ

Номиналы R1 и R2 берутся из методик наладки или технического обслуживания каждого конкретного устройства.

Рабочее затухание (a_p) подсчитывается далее по типовым формулам:

$$a_p = 20 \cdot \lg\left(\frac{U_1}{2U_3}\right) + 10 \cdot \lg\left(\frac{R_2}{R_1}\right), \text{ (дБ)} \quad (6.1)$$

$$a_p = 20 \cdot \lg\left(\frac{U_1}{2U_3}\right), \text{ (дБ)} \text{ при } R_1=R_2, \quad (6.2)$$

где U_1 , U_3 – напряжения в характерных точках измерительной схемы (рисунок 6.4).

Для определения затухания передачи ($a_{пер}$) используется схема, приведенная на рисунке 6.5. Измеряют мощность $P_{ВЫХ}$, отдаваемую генератором в фильтр, и мощность, выделяемую в нагрузке PR_2 . Затухание передачи рассчитывают по формуле:

$$a_{пер} = 10 \cdot \lg\left(\frac{U_1 I_1 R_2}{U_2^2}\right), \text{ (дБ)} \quad (6.4)$$

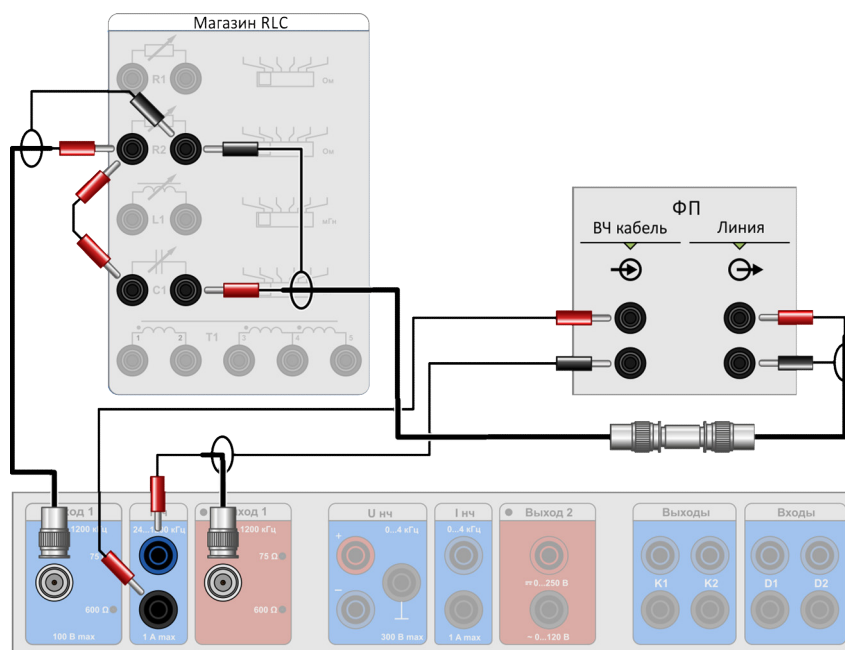


Рисунок 6.5 – Схема подключений для определения затухания передачи

Определение полного сопротивления производится следующими методами:

а) методом амперметра-вольтметра, по формуле: $Z_{BX} = \frac{U_{BX}}{I_{BX}}$ и схеме на рисунке 6.6.

На основе измеренного напряжения и тока определяется полное сопротивление. В приведенной схеме для большей простоты не задействован ВЧ вольтметр устройства РЕТОМ-ВЧ/64, а используются данные о выходном напряжении, которые всегда присутствуют на цифровом табло $U_{ВЫХ}$ на виртуальной лицевой панели ВЧ генератора устройства РЕТОМ-ВЧ/64. Для измерений можно также использовать тестер ВЧТ-25М.

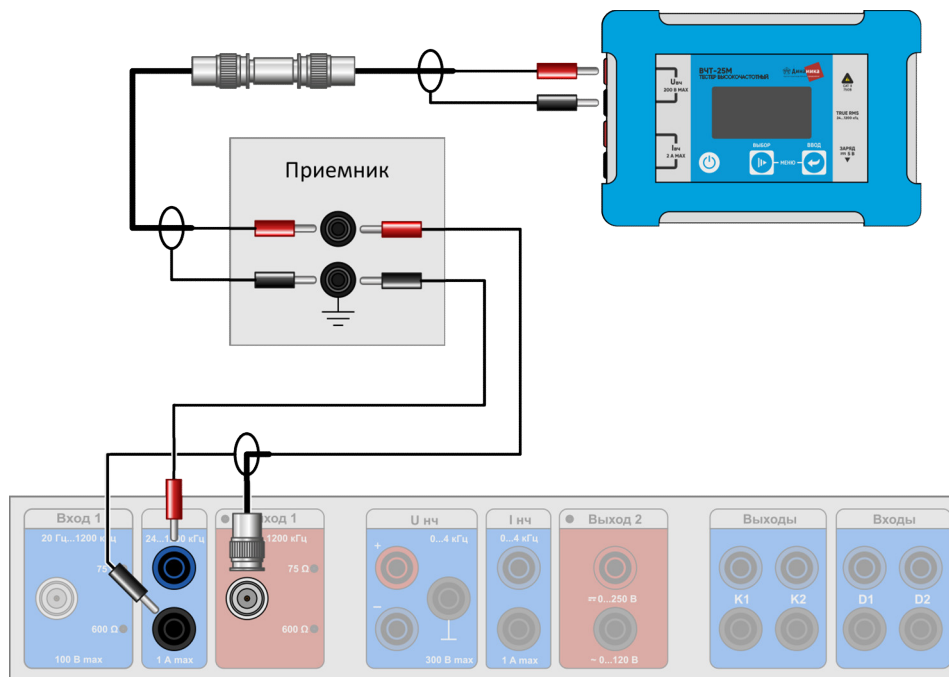


Рисунок 6.6 – Определение полного сопротивления методом амперметра-вольтметра

б) методом малого сопротивления по схеме рисунка 6.7. В этом случае измерение тока заменяется измерением падения напряжения на известном прецизионном сопротивлении (R_2 на рисунке 6.7)

Полное сопротивление определяется по формуле:

$$Z_{BX} = \frac{U_1 R_2}{U_2} - R_2 \text{ или } Z_{BX} = \frac{(U_1 - U_2) * R_2}{U_2}$$

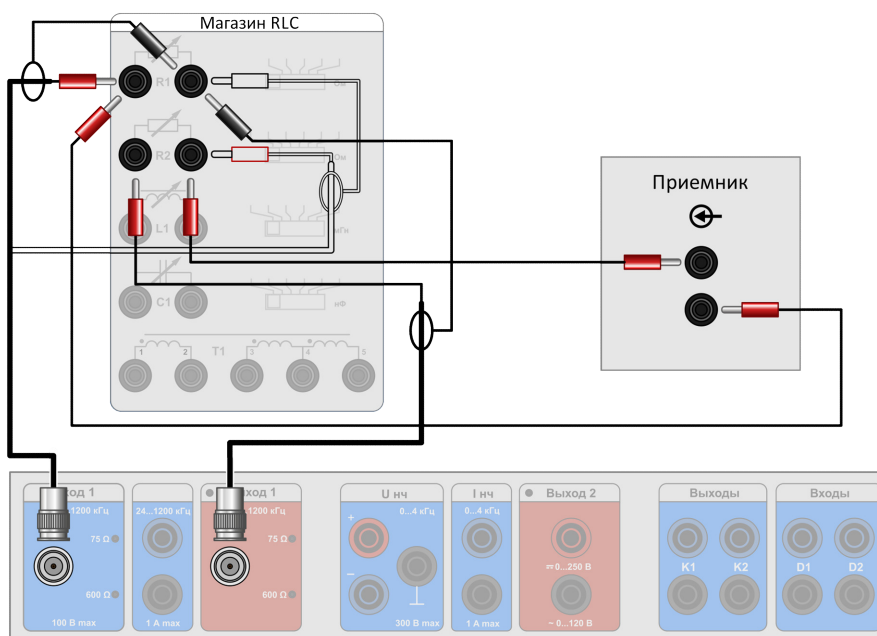


Рисунок 6.7 - Определение полного сопротивления методом малого сопротивления

Для определения работоспособности ВЧ кабеля используется схема, приведенная на рисунке 6.8.

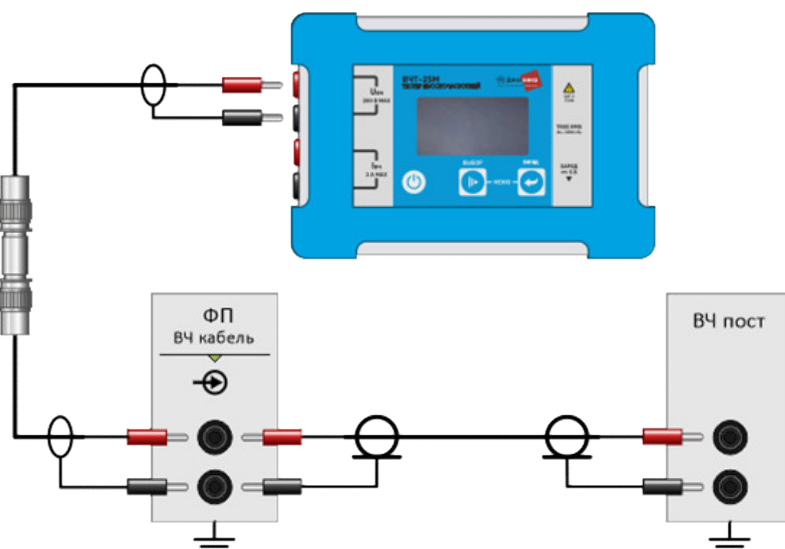


Рисунок 6.8 – Схема проверки работоспособности ВЧ кабеля

Для определения затухания ВЧ кабеля на частоте канала ($a_{\text{каб}}$) используются схемы, приведенные на рисунках 6.9 и 6.10. Затухание рассчитывают по формуле:

$$a_{\text{КАБ}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{P_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{НАГ}}^2 R_H} \right), \text{ (дБ)} \quad (6.4)$$

или

$$a_{\text{КАБ}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{P_{\text{ВЫХ}} R_2}{U_3^2} \right), \text{ (дБ)} \quad (6.5)$$

где $R_2 = 75 \text{ Ом}$; $P_{\text{ВЫХ}}$ – выходная мощность ВЧ передатчика.

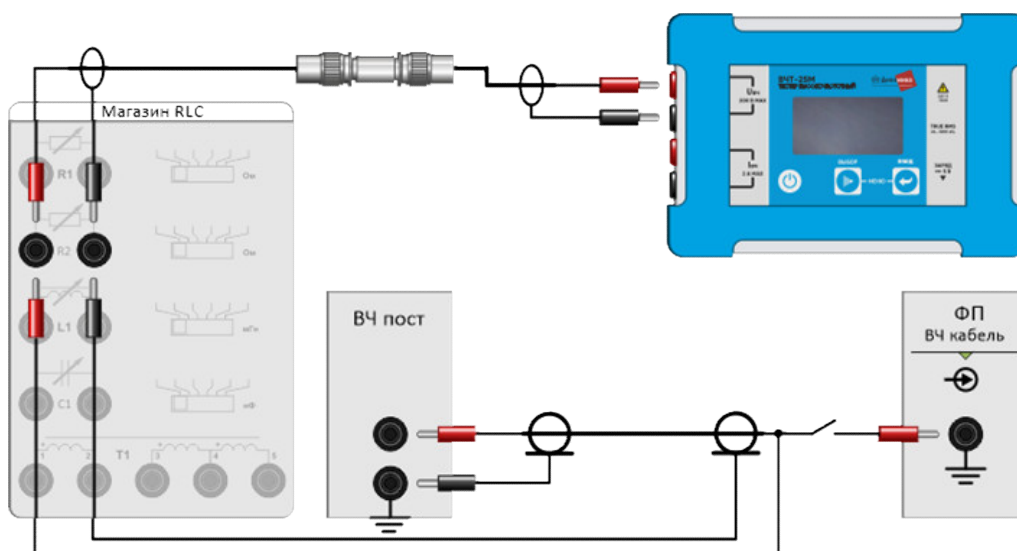


Рисунок 6.9 – Схема определения затухания ВЧ кабеля на частоте передачи с помощью магазина RLC, встроенного в устройство РЕТОМ-ВЧ/64

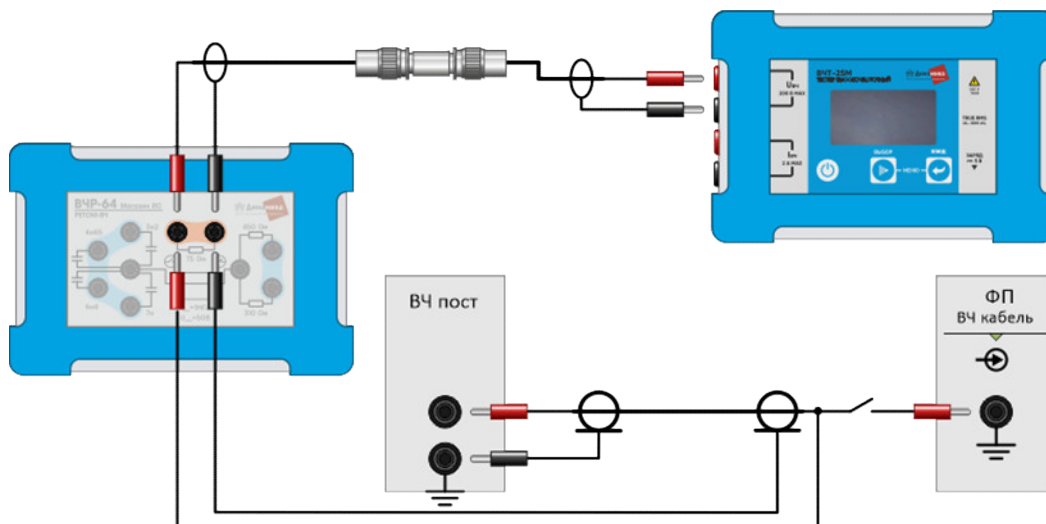


Рисунок 6.10 – Схема определения затухания ВЧ кабеля на частоте передачи с помощью внешнего магазина RC

Для определения затухания фильтра присоединения (ФП) используются схемы, приведенные на рисунках 6.11 и 6.12. Затухание рассчитывают по формуле:

$$a_{\text{ФП}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{P_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{НАГ}}^2 R_{\text{ЭКВ}}} \right), \text{ (дБ)}, \quad (6.6)$$

где $R_{\text{ЭКВ}}(R_2) = 300; 400 \text{ Ом}$; $P_{\text{ВЫХ}}$ – выходная мощность ВЧ передатчика.

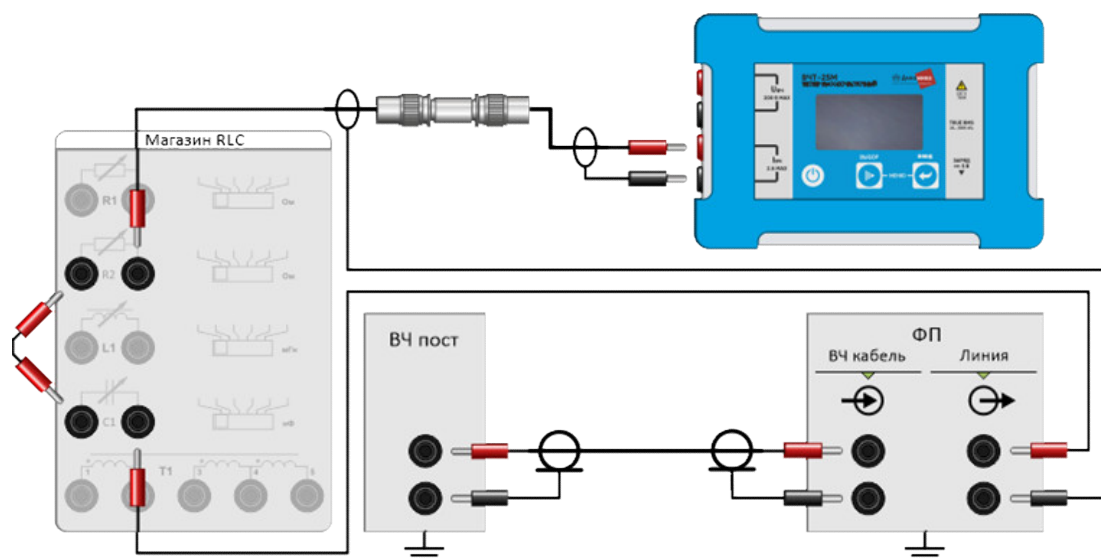


Рисунок 6.11 – Определение затухания ФП совместно с ВЧ кабелем методом измерения ВЧ тока с помощью магазина RLC, встроенного в устройство PETOM-ВЧ/64

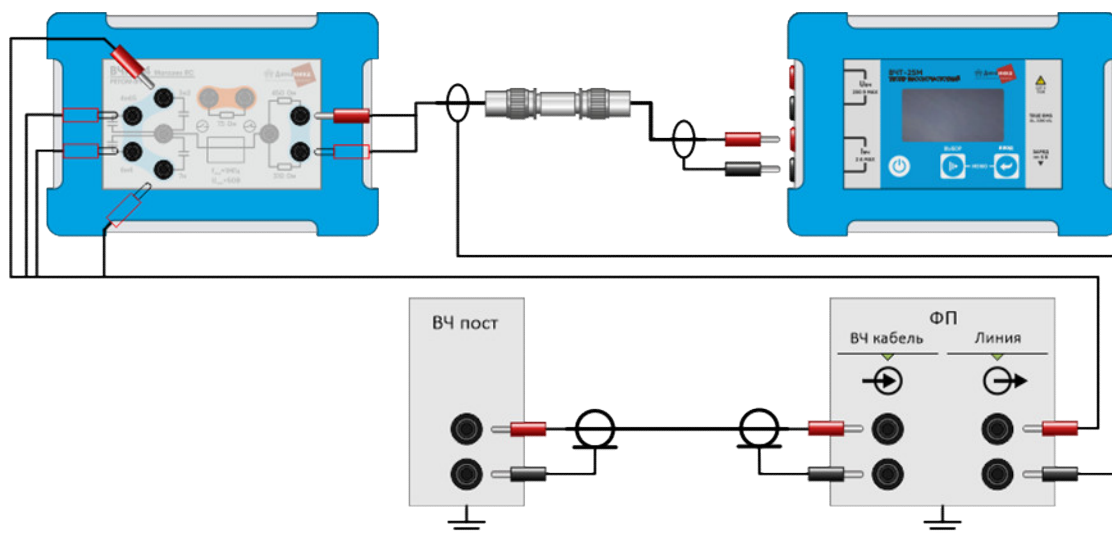


Рисунок 6.12 – Определение затухания ФП совместно с ВЧ кабелем методом измерения ВЧ тока с помощью внешнего магазина RC

7 Магазин затуханий ВЧА-75М

Магазин затуханий ВЧА-75М является блоком, который входит в стандартный комплект поставки комплекса РЕТОМ-ВЧ.

7.1 Общая характеристика и назначение магазина затуханий

Магазин затуханий ВЧА-75М с характеристическим сопротивлением 75 Ом (далее по тексту – ВЧА-75М) предназначен для:

- проверки двух полукомплектов ВЧ-аппаратуры в условиях лаборатории через искусственную линию;
- определения запаса по перекрываемому затуханию действующего канала;
- определения затухания симметричного четырехполюсника с характеристическим сопротивлением 75 Ом методом сравнения.

ВЧА-75М повышает производительность труда при работах по наладке и эксплуатации ВЧ-устройств РЗ, ПА и ВЧ-тракта.

7.2 Схема и общие принципы работы

Магазин затуханий ВЧА-75М – четырехполюсник с возможностью изменения его затухания. Общий вид передней панели изображен на рисунке 7.1. Коаксиальные BNC разъемы входа и выхода для большего удобства продублированы гнездами стандарта 4 мм. Схема магазина представляет собой набор последовательно включенных Т-образных резистивных цепей, число которых может изменяться переключателями.

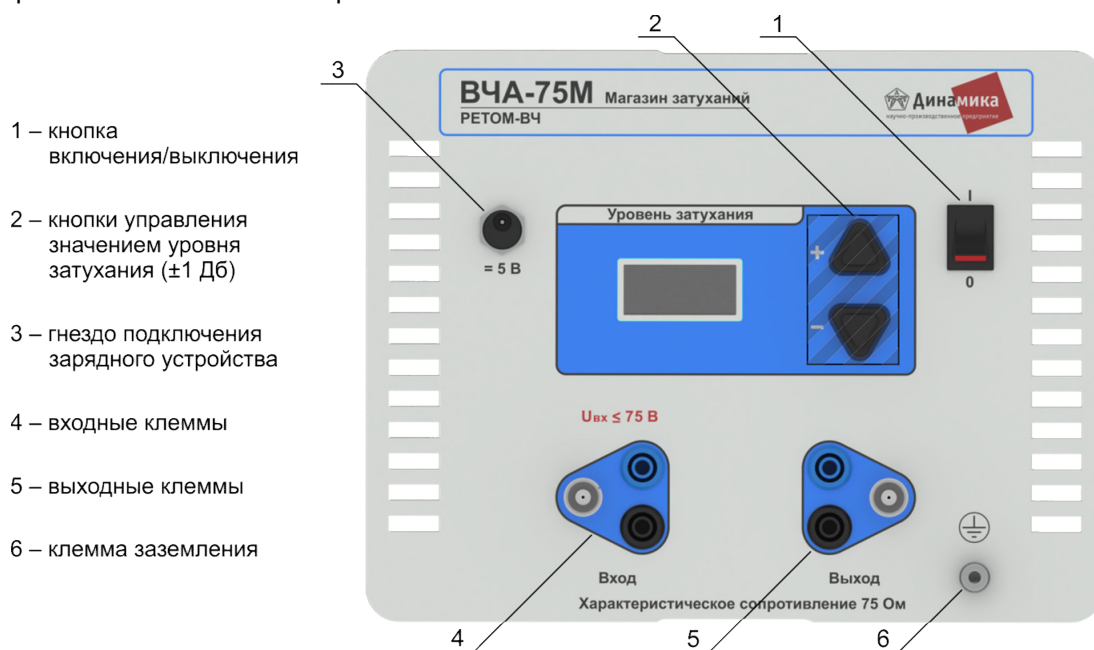


Рисунок 7.1 - Общий вид передней панели ВЧА-75М

7.3 Особенности схемотехники магазина ВЧА-75М

В магазине затуханий ВЧА-75М используется параллельно-последовательное соединение резисторов с подавленной индуктивностью типа С2-10-0,5%.

Вся схема магазина затуханий, вместе с элементами управления, помещена в дополнительный внутренний пластиковый бокс.

Все токоведущие элементы изолированы от корпуса и недоступны для прикосновения. Для повышения безопасности на передней панели корпуса предусмотрена клемма заземления.

7.4 Правила эксплуатации

Необходимо заземлять ВЧА-75М с помощью клеммы $\oplus$, расположенной на передней панели устройства.

Допустимая длительность работы ВЧА-75М при напряжении 50 В – 10 минут, при напряжении 75 В – не более минуты, не допускается работа при напряжениях ВЧ сигнала более 75 В_{Эфф.}

При соединениях коаксиальным кабелем допускается использовать только кабели и BNC разъемы из комплекта поставки. Это связано с небольшими отличиями BNC разъемов зарубежного производства и коаксиальных разъемов СР-75 ряда отечественных производителей, которые могут привести к преждевременному выходу разъемов BNC из строя.

ВНИМАНИЕ! Не допускается подача на вход постоянного напряжения.

ВНИМАНИЕ! Не допускается подключать сетевой адаптер в момент проведения замеров при работе от аккумулятора

7.5 Применение магазина затуханий

7.5.1 Проверка двух полукомплектов ВЧ-аппаратуры через искусственную линию в лабораторных условиях

Схема проверки приемного и передающего комплектов ВЧ-аппаратуры через искусственную линию в лабораторных условиях, показана на рисунке 7.2.



Рисунок 7.2 - Совместная проверка комплекта аппаратуры в лаборатории

7.5.2 Определение запаса по затуханию действующего канала

Определить запас по затуханию можно следующими способами:

а) включение магазина затуханий на приёмной стороне (рисунок 7.3). При измерении запаса по затуханию действующего канала, путем включения магазина затуханий на приёмной стороне, соотношение сигнал/помеха не изменяется, так как одновременно со снижением уровня сигнала снижается уровень помех.



Рисунок 7.3 - Определение запаса по затуханию действующего канала, когда магазин затуханий стоит на приемной стороне

б) включение магазина затуханий на передающей стороне (рисунок 7.4). При введении дополнительного затухания на стороне передачи для приёмника противоположного конца будет одновременно снижаться соотношение сигнал/помеха, так как уровень помех, определяемый линией электропередачи, останется прежним, а уровень сигнала, передаваемый в линию, будет снижаться. Для правильной оценки работоспособности ВЧ приёмника, рекомендовано использовать именно последний метод.



Рисунок 7.4 - Определение запаса по затуханию действующего канала, когда магазин затуханий стоит на передающей стороне

8 Тестер высокочастотный ВЧТ-25М

Тестер высокочастотный ВЧТ-25М является блоком, который входит в стандартный комплект поставки комплекса РЕТОМ-ВЧ.

8.1 Общая характеристика и назначение ВЧ-тестера

Тестер высокочастотный ВЧТ-25М является многопредельным карманным прибором для измерений сигналов с частотой от 24 до 1200 кГц в полевых условиях. Прибор позволяет измерять напряжение, ток, полное сопротивление и полную мощность. ВЧ-тестер питается от одного Li-ion (литий-ионного) аккумулятора.

Отличительными особенностями тестера ВЧТ-25М являются:

- полоса частот от 24 до 1200 кГц;
- крупные (6 мм) цифры индикатора;
- подавление помех с частотой 50 Гц на 3 порядка;
- индикация разряда аккумулятора;
- отображение сигнала в дБм, дБн, В;
- функция измерения температуры окружающего воздуха.

8.2 Правила эксплуатации

При эксплуатации ВЧТ-25М необходимо соблюдать следующие правила:

- эксплуатировать ВЧТ-25М согласно условиям эксплуатации, приведенным в технических характеристиках;
- для достижения нормированного класса точности целесообразно при измерениях использовать коаксиальный кабель;
- не допускается подача на вход «U» напряжения более 200 В действующего значения;
- не допускается подача на вход «I» тока более 2 А действующего значения;
- для присоединения ВЧ-тестера к устройствам и цепям использовать только провода из комплекта поставки ВЧ-тестера;
- при погасании цифрового индикатора следует зарядить аккумулятор в соответствии с данными по времени заряда (время заряда зависит от типа аккумулятора и зарядного тока сетевого адаптера); для аккумулятора, поставляемого вместе с ВЧ-тестером, время заряда (с сетевым адаптером из комплекта поставки) составляет $\approx 1,5$ часа.

8.3 Сетевой адаптер

В комплекте с ВЧ-тестером поставляется сетевой адаптер для заряда Li-ion аккумуляторов.

Сетевой адаптер ориентирован на аккумуляторы с емкостью 2200 мА·ч. Класс защиты корпуса от внешней среды по ГОСТ14254 – IP20. Адаптер имеет двойную изоляцию от сети.

Технические параметры сетевого адаптера:

напряжение сети (при 50 Гц), В	220
выходное напряжение, В	5
время заряда аккумулятора 2200 мА·ч, ч	1,5
размеры, мм	79 × 74 × 29

8.4 Сведения об аккумуляторах и их зарядке

ВЧТ-25М ориентирован на применение Li-ion (литий-ионного) аккумулятора. Подзарядка аккумулятора происходит, когда ВЧ-тестер подключен к сети через сетевой адаптер. В момент подключения сетевого адаптера на индикаторе ВЧ-тестера кратковременно отображается уровень заряда в % (78 % ). Процесс зарядки контролируется ВЧ-тестером. ВЧТ-25М может быть включен в сеть на достаточно долгое время без какой-либо опасности повреждения аккумулятора (не более 48 часов). Не допускается длительное хранение аккумулятора в разряженном состоянии.

Особенности аккумуляторов:

- аккумуляторы Li-ion типа имеют саморазряд, он составляет 12 % от емкости в месяц. Это означает, что Li-ion аккумуляторы полностью саморазряжаются за 8 месяцев. При длительном хранении рекомендуется раз в полгода заряжать аккумулятор до 80 % от максимального уровня заряда;
- аккумуляторы Li-ion не имеют эффекта «памяти», поэтому их подзарядка допустима на любой стадии разряда;
- индикатором полного заряда и полного разряда литиевых аккумуляторов может служить напряжение на элементах. В нормальных условиях напряжение составляет:
 - от 4,1 до 4,2 В на холостом ходу – для полностью заряженного элемента,
 - от 2,75 до 3,0 В на холостом ходу – для полностью разряженного элемента;
- несколько первых циклов «заряд-разряд» могут не обеспечивать паспортной емкости аккумулятора. Это явление исчезает после нескольких циклов «заряд-разряд»;
- срок эксплуатации элемента питания – 300 циклов «заряд-разряд»;
- температура хранения от минус 5 до плюс 35 °С;
- рабочая температура окружающего воздуха при зарядке батареи от 0 до 45 °С, рабочая температура окружающего воздуха при эксплуатации от минус 20 до плюс 50 °С.

9 Руководство пользователя программного обеспечения

9.1 Установка программы ВЧ лаборатория на компьютер

До начала установки обновленного ПО рекомендуем полностью удалить старое ПО (раздел 9.3.2) и отключить антивирусное программное обеспечение.

Установка с USB-флеш-накопителя:

- раскрыть содержимое USB-флеш-накопителя. Открыть папки *1.Программное обеспечение/PETOM-BЧ64/* и запустить инсталляционный файл RetomHF.exe;
- далее следовать указаниям программы установки, которые появляются на дисплее.

После инсталлирования программы запишите файл конфигурации RETOM_HF64_XXXX с инсталляционного USB-флеш-накопителя на винчестер вашего компьютера. Например, указав путь C:\Мои документы\Конфигурационные файлы\RETOM_HF64_XXXX.XML (где XXXX – номер вашего PETOM-BЧ/64). Местонахождение этих файлов не критично, главное, после установки программы, указать путь к файлу RETOM_HF64_XXXX.XML.

Программа Виртуальная ВЧ лаборатория входит в стандартный комплект поставки комплекса PETOM-BЧ и ее можно устанавливать любое количество раз на любое количество компьютеров. Эта программа работает и с любым «чужим» (не из комплекта поставки) устройством PETOM-BЧ/64, однако при этом требуется использование конфигурационного файла RETOM_HF64_XXXX.XML, соответствующего данному прибору. В отличие от нее, специализированные программы запускаются только со «своим» устройством, которое в обязательном порядке опознается спецпрограммой.

9.2 Запуск программы ВЧ лаборатория

Для запуска программы нажмите кнопку Пуск и затем, последовательно пройдя мышью по пути: Программы > Dynamics > PETOM-BЧ (рисунок 9.2.1), щелкните по последней из перечисленных строк меню – PETOM-BЧ.

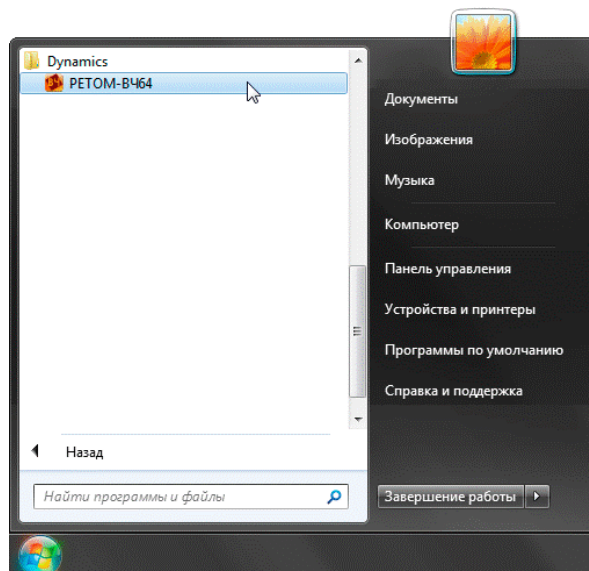


Рисунок 9.2.1 – Последовательность движения по меню для запуска программы ВЧ лаборатория

9.3 Обновление и удаление программы ВЧ лаборатория

9.3.1 Обновление ПО

ВНИМАНИЕ! Программное обеспечение комплекса PETOM-BЧ постоянно совершенствуется с целью предоставления пользователю доступа к новым функциям и возможностям.

При наличии доступа в интернет у компьютера, подключенного к комплексу РЕТОМ-ВЧ, при запуске программы и обнаружении новой версии, отличной от используемой, пользователю будет предложено автоматическое обновление ПО (рис. 9.3.1).

В случае отсутствия доступа в интернет у компьютера, работающего совместно с комплексом, пользователь может скачать последнюю версию ПО с сайта www.dynamics.com.ru (раздел Поддержка/РЕТОМ-ВЧ) с помощью любого другого компьютера, имеющего выход в интернет.

При отсутствии какой-либо возможности скачать ПО, пользуясь интернетом, или возникновении вопросов, связанных с обновлением, можно обратиться по телефонам линии поддержки (8352) 325-200 (доб.742), 580-713, 458-126.

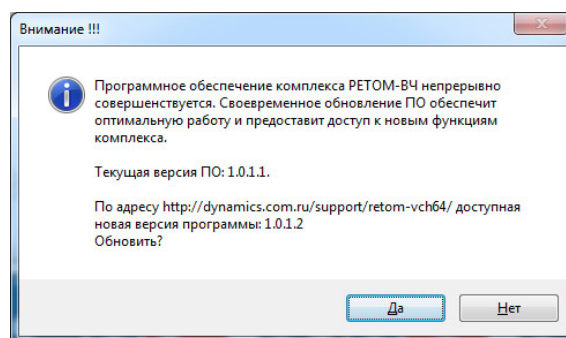


Рисунок 9.3.1 – Сообщение с предложением автообновления ПО

9.3.2 Удаление ПО

Нажмите кнопку Пуск, пройдите мышью по строкам меню Настройка > Панель управления, щелкните по последней и войдите в Панель управления. Запустите программу Установка и удаление программ. В появившемся списке установленных на компьютере программ найдите и выделите РЕТОМ-ВЧ (рисунок 9.3.2), затем нажмите кнопку Удалить.

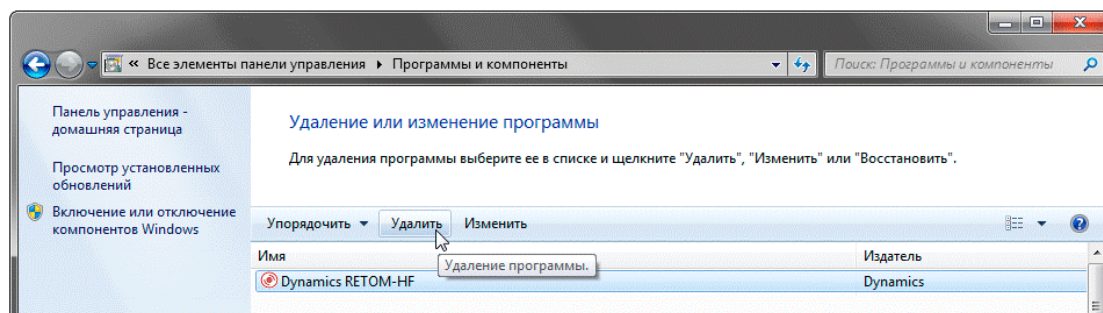


Рисунок 9.3.2 – Удаление программы

9.4 Программирование устройства РЕТОМ-ВЧ/64

При программировании устройства РЕТОМ-ВЧ/64 рекомендуется использовать следующие рабочие средства:

- процессор двухъядерный, с частотой не менее 2160 МГц;
- оперативная память не менее 2 гигабайт;
- операционная система Windows 7 (все версии, кроме Starter Edition), Windows 8, Windows 10 (рекомендуем версию 64 бит);
- экран с разрешением не менее 1366x768;
- наличие Ethernet и USB портов;
- свободное место на жестком диске более 1 гигабайта.

9.4.1 Привязка к прибору и установка прошивки

Для корректной работы с прибором следует выключить Wi-Fi и Bluetooth на компьютере, с которого ведется управление прибором, а также включить прибор, нажав кнопку его питания.

Установку прошивки выполнить в следующей последовательности:

- 1) Установить программу «Виртуальная лаборатория РЕТОМ-ВЧ/64» на ПК.
- 2) Запустить программу «Виртуальная лаборатория РЕТОМ-ВЧ/64» «Ручное управление» (рисунок 9.4.1.1).

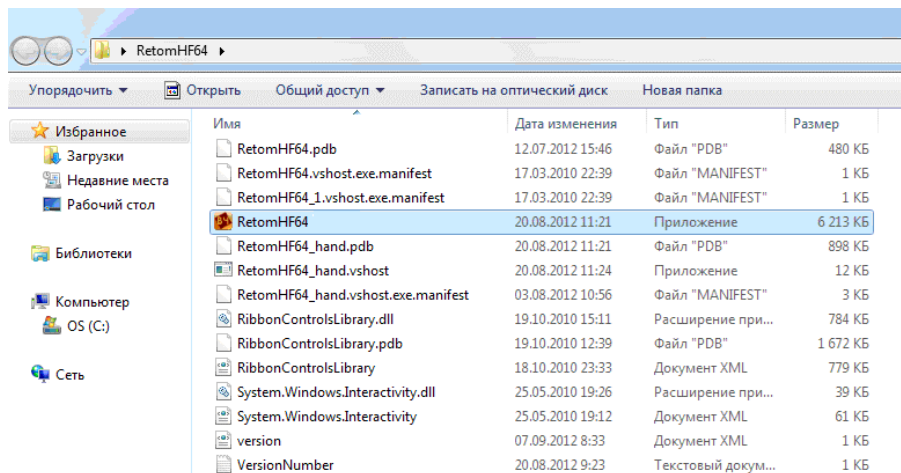


Рисунок 9.4.1.1 – Файл запуска программы Виртуальная лаборатория РЕТОМ-ВЧ/64

- 3) В открывшемся окне «Виртуальная лаборатория РЕТОМ-ВЧ/64» нажать на вкладку «Настройка». В открывшейся вкладке кликнуть на кнопку «Поиск и подключение» (рисунок 9.4.1.2).



Рисунок 9.4.1.2 – Открытие вкладки «Настройка»

- 4) После нажатия кнопки «Поиск и подключение» откроется окно «Связь с РЕТОМ ВЧ». В открывшемся окне нажать на кнопку «Поиск Ретомов ВЧ», появится список доступных для подключения приборов (рисунок 9.4.1.3). Из списка выбрать прибор с нужным номером. Для выбора навести курсор к номеру прибора, и нажать левой кнопкой мыши. В случае наличия ошибки «Сетевой кабель не подключен» при прямом подключении прибора РЕТОМ-ВЧ/64 к ПК, просим Вас воспользоваться перекрестным кабелем (реверсивный патч-кабель STP) длиной 2 метра из комплекта поставки.

5) Установить галочку «Установить автоматически IP для Ретом ВЧ/64». Выбрав из списка нужный прибор, нажать внизу кнопку «Привязка к Ретому» (рисунок 9.4.1.4). Произойдет автоматическое изменение IP-адреса РЕТОМ-ВЧ/64 под IP-адрес ПК, так, чтобы прибор и ПК были в одной подсети. Далее повторно нажимаем кнопку «Поиск Ретомов ВЧ», далее кнопку «Привязка к Ретому». После нажатия кнопки появляется окно, в котором необходимо выбрать файл коэффициентов устройства «RETOM_HF64_(номер устройства)».

№	Тип прибора	IP адрес	Шлюз	Маска подсети	MAC Ретом	IP ПК	ПК MAC	Версия ПО	Дата	Состояние
1199	retom-vch64	10.0.1.187	10.0.0.1	255.255.252.0	00:04:a3:1d:50:85	10.0.0.62	00:00:00:00:00:00	0.7.5	00/00/00	busy
1198	retom-vch64	10.0.1.181	10.0.0.1	255.255.252.0	00:04:a3:5d:11:4e	10.0.1.77	00:00:00:00:00:00	0.7.5	00/00/00	busy

Рисунок 9.4.1.3 – Список доступных для соединения приборов РЕТОМ-ВЧ/64

Есть возможность установить IP-адрес принудительно. Для этого следует выбрать прибор из появляющегося после нажатия на кнопку «Поиск Ретомов ВЧ» списка. Установить галочку «Установить автоматически IP для Ретом ВЧ/64» принудительно и выбрать IP-адрес ПК из раскрывающегося списка. Далее необходимо нажать кнопку «Привязка к Ретому» (рисунок 9.4.1.4). После этого убираем галочку «Установить автоматически IP для Ретом ВЧ/64». Далее повторно нажимаем кнопку «Поиск Ретомов ВЧ», далее кнопку «Привязка к Ретому». Произойдет принудительное изменение IP-адреса РЕТОМ-ВЧ/64 под IP-адрес ПК, так, чтобы прибор и ПК были в одной подсети. После этого устанавливаем галочку «Установить автоматически IP для Ретом ВЧ/64», если необходимо и Авто. После нажатия кнопки «Привязка к Ретому» появляется окно, в котором необходимо выбрать файл коэффициентов устройства «RETOM_HF64_(номер устройства)».

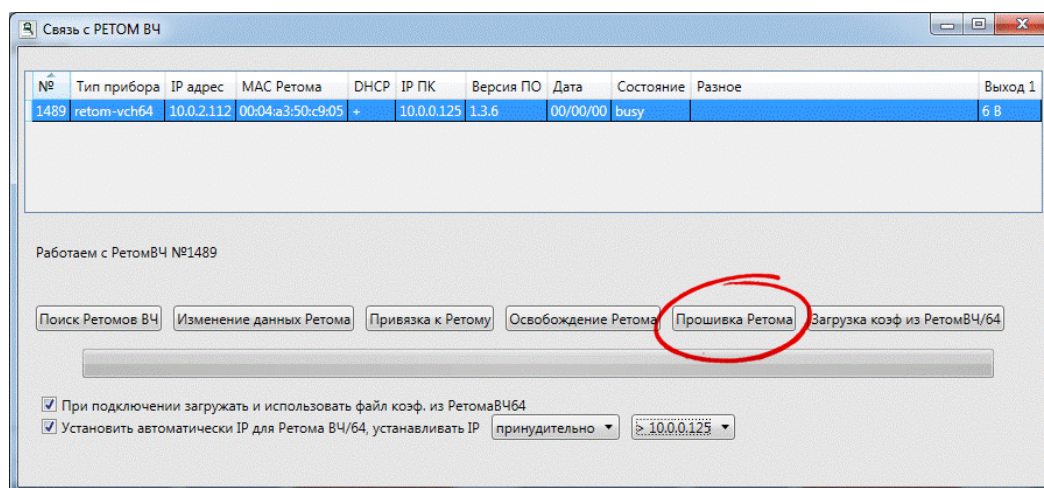


Рисунок 9.4.1.4 – Окно «Связь с РЕТОМ-ВЧ»

6) При установке галочки «При подключении загружать и использовать файл коэф. из РетомВЧ/64» после нажатия на кнопку «Привязка» произойдет автоматическая загрузка файла коэффициентов из ПЗУ РЕТОМ-ВЧ/64.

7) Перед началом установки прошивки необходимо скачать обновленную версию программы с официального сайта ООО НПП «Динамика» по следующей ссылке: <http://dynamics.com.ru/support/retom-vch64/>. Прошивка включена в дистрибутив программы.

8) Для начала установки рабочей прошивки необходимо в окне «Связь с РЕТОМ ВЧ» нажать на кнопку «Прошивка Ретом» (рисунок 9.4.1.4). После нажатия кнопки откроется окно «Выберите файл «hwimage» или «swimage» (рисунок 9.4.1.5).

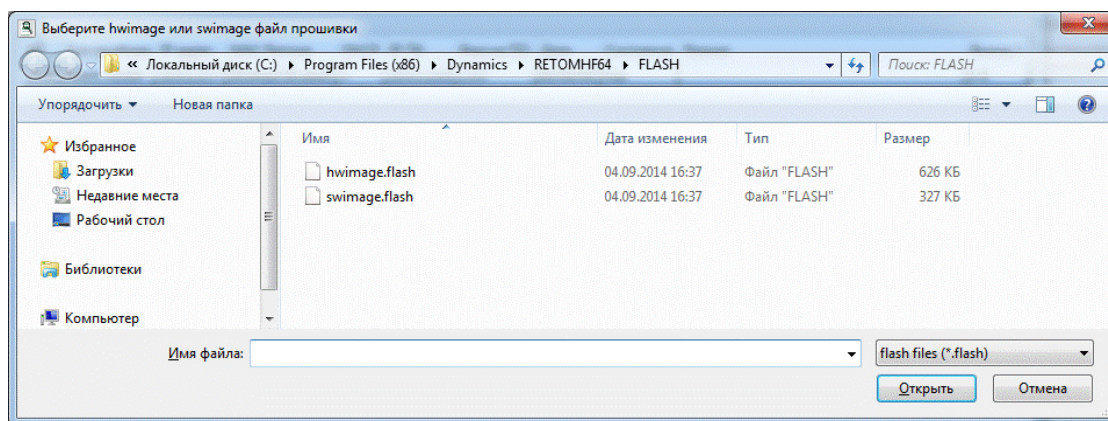


Рисунок 9.4.1.5 – Открытие окна «Выберите hwimage или swimage файл прошивки»

9) Далее после нажатия кнопки «Открыть» начнется процесс передачи данных (рисунок 9.4.1.6).

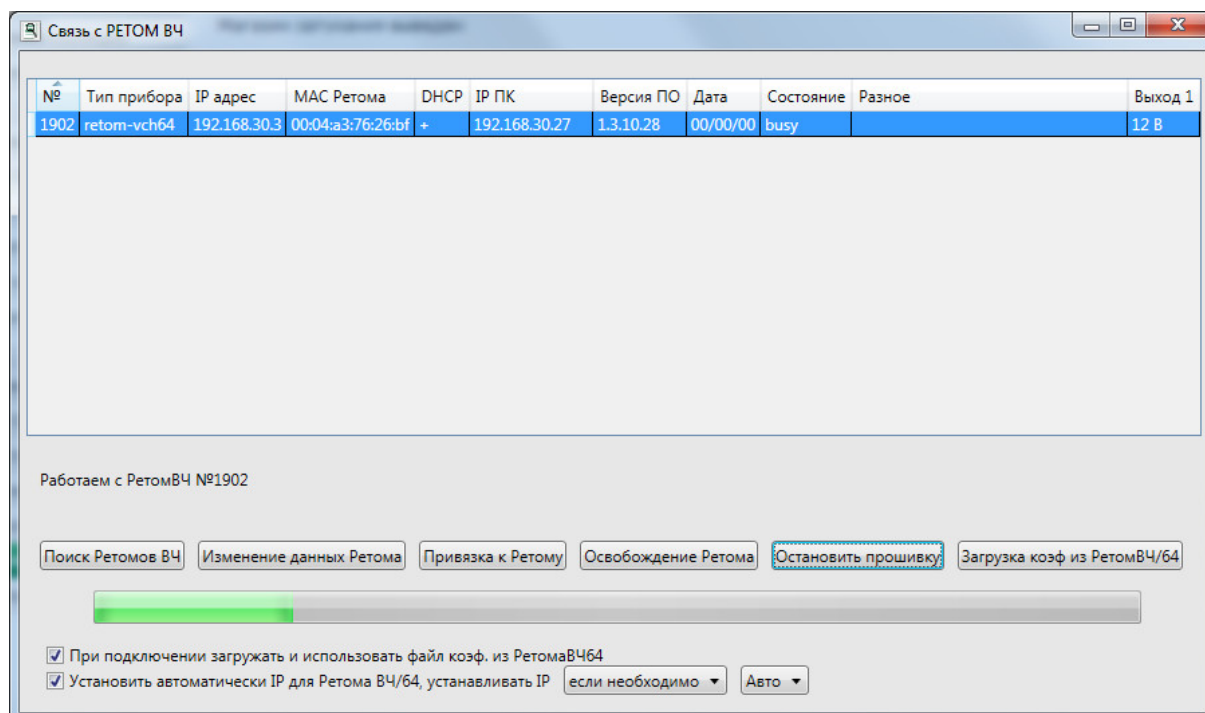


Рисунок 9.4.1.6 – Ожидание ввода данных

10) После окончания передачи данных появится окно с сообщением «Данные для прошивки переданы...». В появившемся окне нажать кнопку «Ок» (рисунок 9.4.1.7).

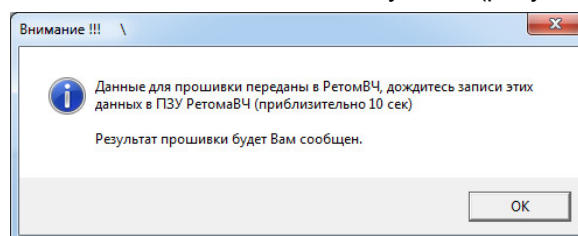


Рисунок 9.4.1.7 – Окно окончания передачи данных

11) Далее ждать окончания процесса установки прошивки (рисунок 9.4.1.8). После закрытия окна с сообщением «Данные успешно прошиты в ПЗУ РетомВЧ64» установка прошивки успешно завершена.

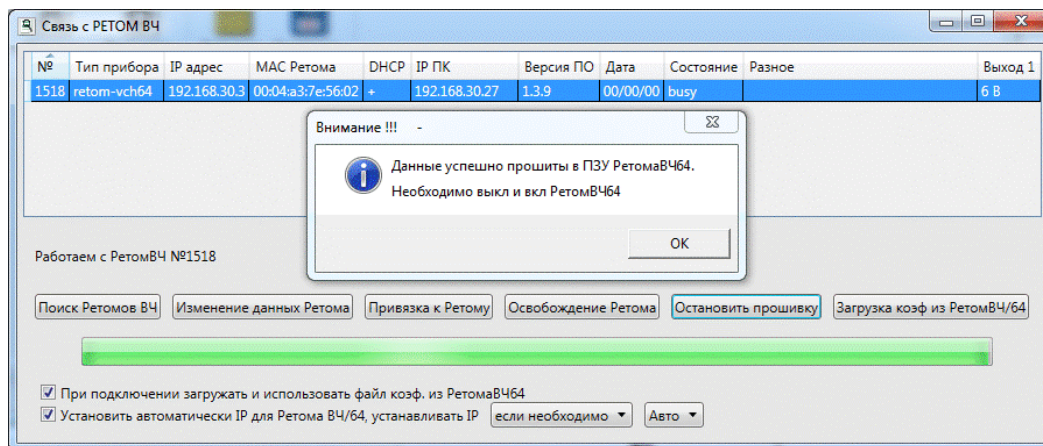


Рисунок 9.4.1.8 – Окно с сообщением «Данные успешно прошиты в ПЗУ РетомаВЧ64»

12) Далее требуется выключить, а затем повторно включить прибор. Для дальнейшей работы требуется заново привязаться к прибору (повторить действия 2 - 5).

Также имеется возможность обновить прошивку в автоматическом режиме. Для этого достаточно выполнить привязку к РЕТОМ-ВЧ/64 (подробнее в разделе 9.4.1 настоящего руководства) и дождаться появления сообщений программы (рисунок 9.4.1.9).

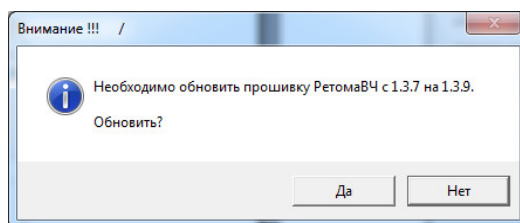


Рисунок 9.4.1.9 – Окно с сообщением о необходимости обновления прошивки

После подтверждения своего намерения обновить прошивку, программа автоматически ее обновит, выдавая подсказки (рисунок 9.4.1.10).

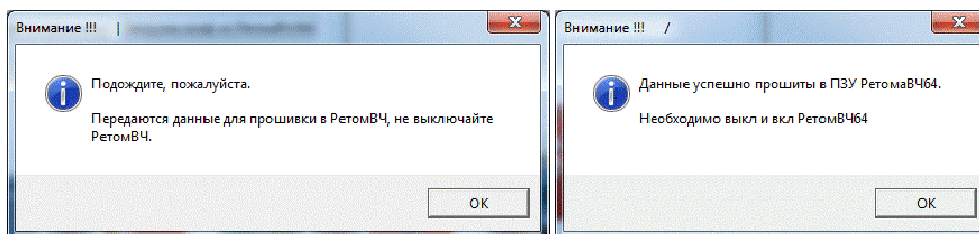


Рисунок 9.4.1.10 – Окна с подсказками программы при автоматическом обновлении прошивки

После обновления прошивки требуется провести калибровку нулей приборов (п. 9.6 настоящего руководства).

9.4.2 Программирование устройства РЕТОМ-ВЧ/64 в безопасном режиме

При невозможности обновления внутреннего ПО прибора в штатном режиме, необходимо использовать возможность обновления из «безопасного» режима.

Подготовка к обновлению

Поскольку в «безопасном» режиме прибор РЕТОМ-ВЧ/64 имеет адрес 192.168.0.64, нужно настроить IP-адрес компьютера, с которого осуществляется обновление, так, чтобы он имел адрес подобного вида.

Убедимся в необходимости настройки:

- Щелкнуть по иконке компьютера в трее и открыть «Центр управления сетями и общим доступом», (рисунок 9.4.2.1).

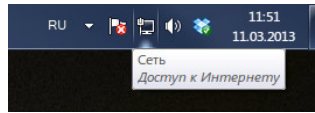


Рисунок 9.4.2.1 – Иконка «Центр управления сетями и общим доступом»

- Щелкнуть на тексте «Подключение по локальной сети» (рисунок 9.4.2.2).

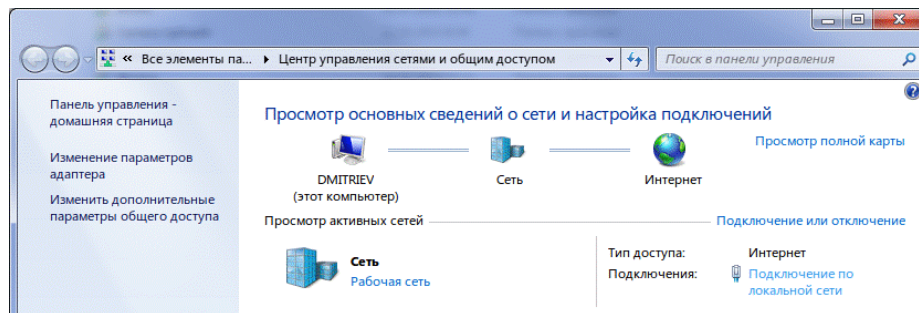


Рисунок 9.4.2.2 – Окно «Центр управления сетями и общим доступом»

- В появившемся окне нажать кнопку «Сведения...» (рисунок 9.4.2.3).

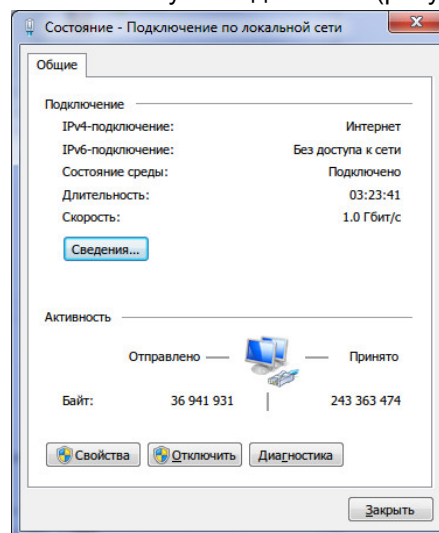


Рисунок 9.4.2.3 – Окно «Состояние – Подключение по локальной сети»

Проверить, есть ли в списке адрес вида «192.168.0.*» (рисунок 9.4.2.4). Если такой адрес уже есть, настройку следует пропустить и перейти к обновлению.

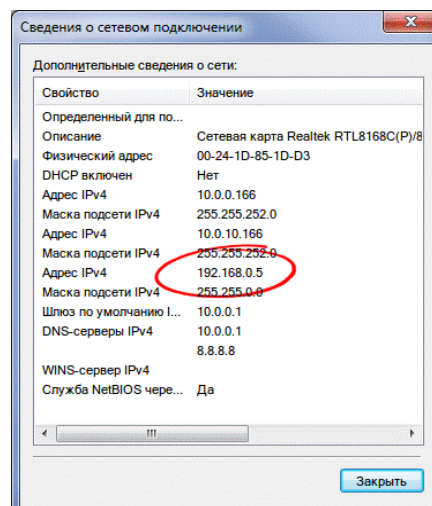


Рисунок 9.4.2.4 – Окно «Сведения о сетевом подключении»

Добавление IP-адреса для подключения к прибору

- Закрывать окно «Сведения о сетевом подключении» и в окне «Состояние - ...» нажать кнопку «Свойства» (рисунок 9.4.2.5).
- Выбрать в списке «Протокол интернета версии 4 (TCP/IPv4)» и нажать кнопку «Свойства».

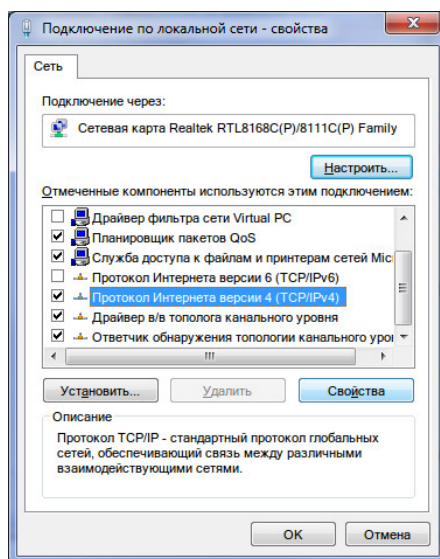


Рисунок 9.4.2.5 – Окно «Подключение по локальной сети - свойства»

- В появившемся окне нажать кнопку «Дополнительно...».
- В окне «Дополнительные параметры TCP/IP» в разделе IP-адреса нажать кнопку «Добавить...» (рисунок 9.4.2.6).

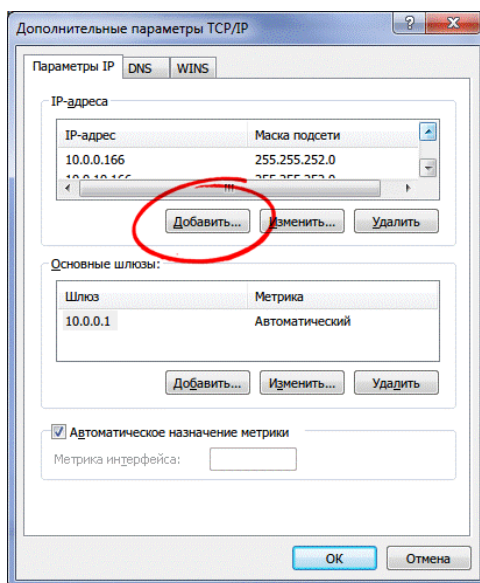


Рисунок 9.4.2.6 – Окно «Дополнительные параметры TCP/IP»

- Ввести IP-адрес «192.168.0.33» и указать маску подсети «255.255.0.0» (рисунок 9.4.2.7).

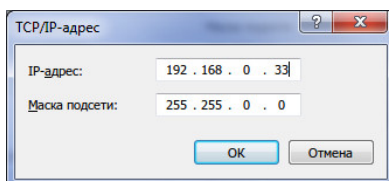


Рисунок 9.4.2.7 – Окно ввода IP – адреса и маски подсети

На этом настройка сети завершена и можно переходить к обновлению внутреннего ПО прибора, как обычно, через основное ПО.

После проведения настройки IP-адреса можно приступить к установке прошивки в «безопасном» режиме:

- 1) Выключить прибор РЕТОМ-ВЧ/64.
- 2) Удерживая в нажатом положении кнопку «Привязка» на лицевой панели прибора РЕТОМ-ВЧ/64, включить его.
- 3) Не отпуская кнопки, дождаться трех морганий светодиода «Готов» на лицевой панели прибора, после этого кнопку «Привязка» можно отпустить.
- 4) Далее запустить программу «Виртуальная лаборатория РЕТОМ-ВЧ/64», во вкладке «Настройка» нажать кнопку «Поиск и подключение», в открывшемся окне нажать кнопку «Поиск Ретомов ВЧ».
- 5) После нажатия кнопки «Поиск Ретомов ВЧ» в верхней части окна «Связь с РЕТОМ ВЧ» появится список доступных приборов для подключения (рисунок 9.4.2.8).

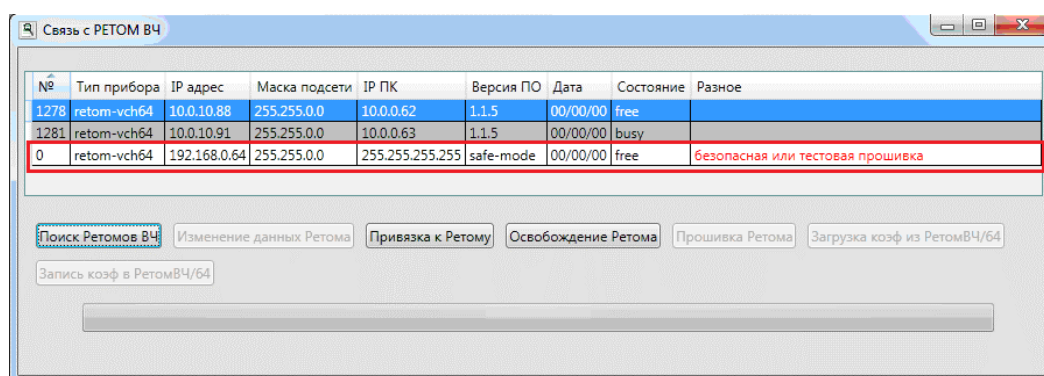


Рисунок 9.4.2.8 – Список доступных для подключения приборов РЕТОМ-ВЧ/64 в окне «Связь с РЕТОМ ВЧ»

6) В появившемся списке выбрать прибор с нулевым номером (рисунок 9.4.2.8). Необходимо убедиться, что IP – адрес прибора РЕТОМ-ВЧ/64 (с нулевым номером) 192.168.0.64, а в столбце «Версия ПО» должна стоять надпись «safe-mode».

7) Выбрав прибор с нулевым номером, нажать кнопку «Привязка к Ретому» (рисунок 9.4.2.9).

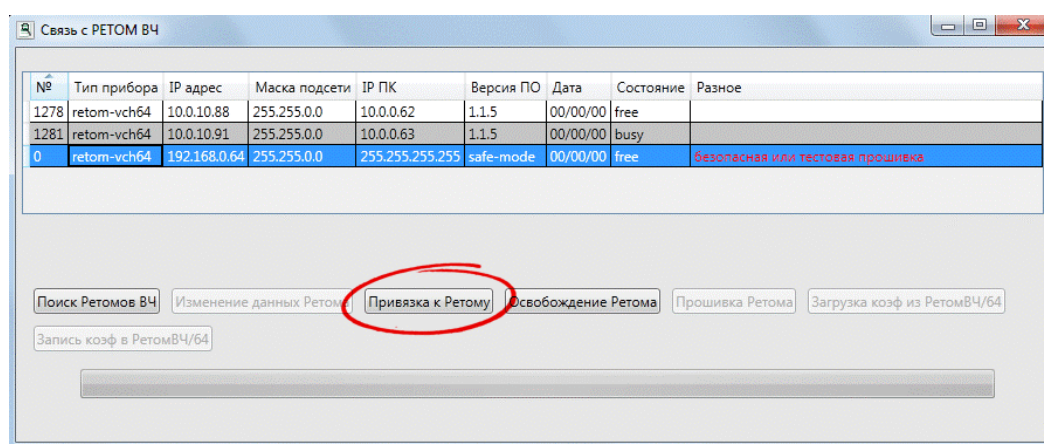


Рисунок 9.4.2.9 – «Привязка к Ретому»

8) После нажатия на кнопку «Привязка к Ретому» откроется окно, в котором предлагается указать путь к файлу коэффициентов. Его необходимо закрыть.

9) Нажать кнопку «Прошивка Ретом» (рисунок 9.4.2.10) и установить прошивку уже описанным способом в пункте 9.4.1 (действия 7 – 11).

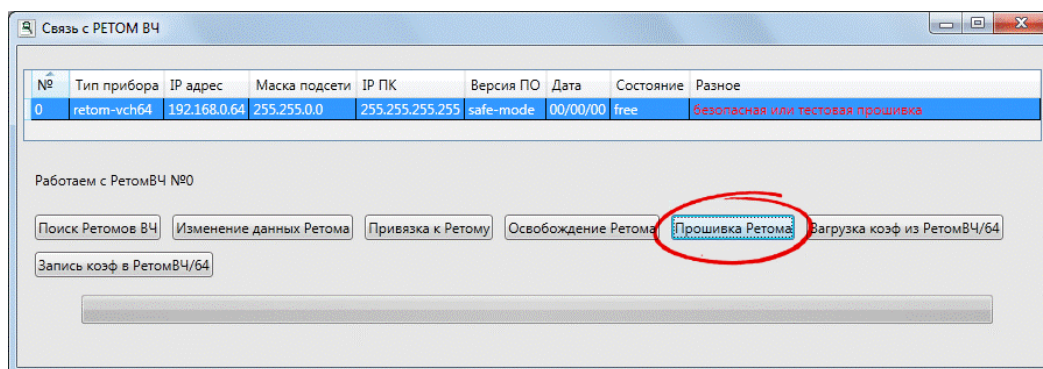


Рисунок 9.4.2.10 – «Прошивка Ретом»

9.5 Главное окно программы «ВЧ лаборатория»

После запуска программы «ВЧ лаборатория» на экране появляется ее главное окно (рисунок 9.5.1).



Рисунок 9.5.1 - Главное окно программы ВЧ лаборатория

Программное включает в себя 3 группы программ «Ручное управление», «Автоматические проверки» и «Специальные программы». Рассмотрим окно программы «Ручное управление» (рисунок 9.5.2).

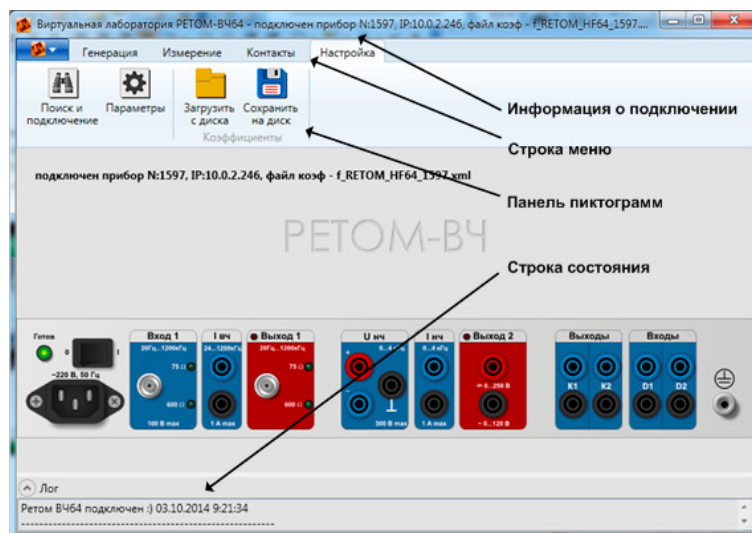


Рисунок 9.5.2 - Главное окно программы Ручное управление и его основные функциональные зоны

Меню программ «ВЧ лаборатории» находится на привычном месте – в верхней части рабочего окна. После щелчка по разделам главного меню выпадают подменю следующего содержания:

Генерация	Измерение	Контакты	Настройка
→ Выход 1	→ Вход 1 (напряжение)	→ Входы (внутренние)	→ Поиск и подключение
→ AC Выход 2	→ Вход 1 (частота)		→ Параметры
→ DC Выход 2	→ Селективный вольтметр	→ Выходы (внутренние)	→ Загрузить с диска
	→ Секундомер		→ Сохранить на диск
	→ Универсальный мультиметр		

Для извлечения на рабочий стол приборов достаточно щелкнуть по соответствующим кнопкам.

9.6 Ручное управление виртуальными приборами

До начала работы необходимо проверить, установлена ли связь с устройством РЕТОМ-ВЧ/64. Для этого необходимо убедиться, что в верхнем информационном поле есть надпись: «... подключен прибор N:XXXX ...». Если прибор не подключен, надо перейти во вкладку «Настройка», выбрать пункт «Поиск и подключение» и нажать на кнопку «Поиск Ретомов ВЧ» (рисунок 9.6.1).

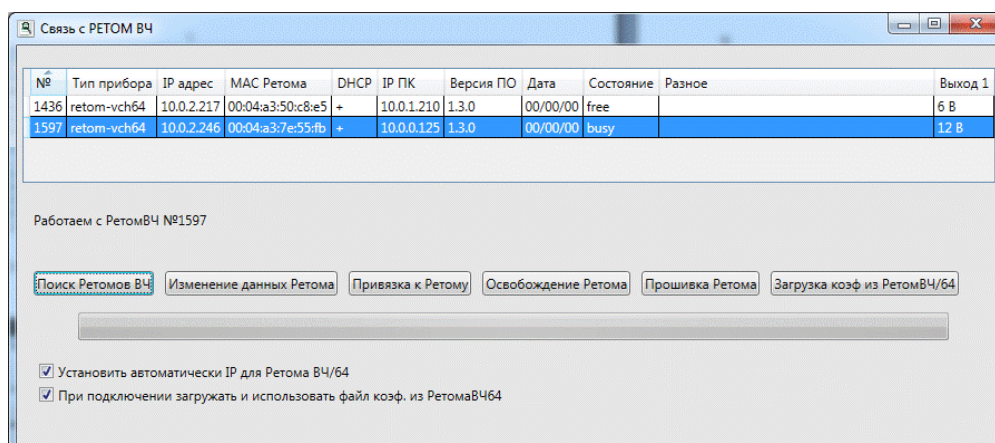


Рисунок 9.6.1 – Организация связи с устройством

Из появившегося списка обнаруженных устройств выбираем необходимый нам и выделяем его однократным щелчком левой кнопкой мыши. Далее устанавливаем галочку «Установить автоматически IP для Ретом ВЧ/64». Нажимаем кнопку «Привязка к Ретому» (рисунок 9.6.1). Произойдет автоматическое изменение IP-адреса РЕТОМ-ВЧ/64 под IP-адрес ПК, так, чтобы прибор и ПК были в одной подсети. Далее повторно нажимаем кнопку «Поиск Ретомов ВЧ», далее кнопку «Привязка к Ретому». После нажатия кнопки появляется окно, в котором необходимо выбрать файл коэффициентов устройства «RETOM_HF64_(номер устройства)» (рисунок 9.6.2) и нажать кнопку «Открыть».

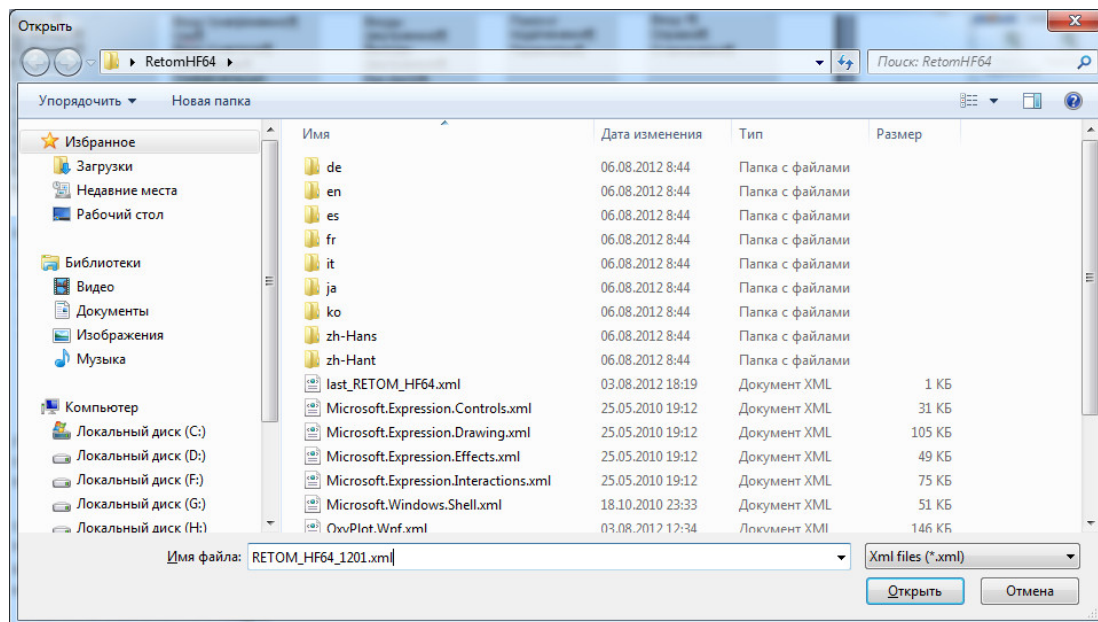


Рисунок 9.6.2 – Загрузка файла конфигурации

Если файл конфигурации не загружен или используется от другого устройства, то верхняя часть экрана станет красной.

В строке состояния должна появиться надпись, о том, что устройство РЕТОМ-ВЧ/64 успешно подключено (рисунок 9.6.3). При потере связи во всех окнах измерительных приборов, автоматизированных процедур и спецпрограмм появится надпись Демо режим.

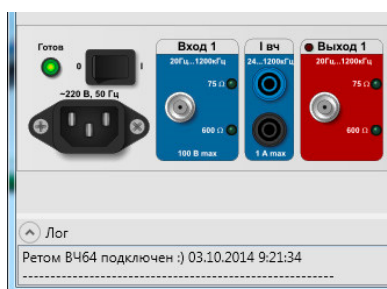


Рисунок 9.6.3 – Строка состояния

Для того чтобы отключить устройство необходимо нажать на кнопку «Освобождение Ретом». После этого в строке состояния появится сообщение: «Отвязались от Ретом ВЧ».

В разделе Параметры (рисунок 9.6.4) можно выставить галочки для учета файла поправочных коэффициентов, для автоматического соединения с последним ассоциированным устройством РЕТОМ-ВЧ/64, для загрузки файла коэффициентов из прибора, для звукового оповещения об изменении состояния контактов, а также для выдачи запроса на калибровку нуля в устройствах. При нажатии на кнопку «Ок» внесенные изменения сохраняются, а при нажатии на кнопку «Выход» запоминания внесенных изменений не происходит.

При установке галочек:

- «Учитывать коэффициенты» работа будет производиться с нормируемыми по точности параметрами (без установки работа будет производиться с коэффициентами по умолчанию и не будет нормироваться по точности);
- «При запуске соединяться с последним ассоциированным Ретомом ВЧ64» после запуска программы связь с последним подключенным к компьютеру устройством РЕТОМ-ВЧ/64 будет организована автоматически;
- «При подключении загружать и использовать файл коэф. Из Ретома ВЧ64» после нажатия на кнопку Привязка произойдет автоматическая загрузка файла коэффициентов из ПЗУ РЕТОМ-ВЧ/64;
- «Выдавать запрос на калибровку нуля в приборах» после включения программного тумблера соответствующего прибора будет выдаваться запрос на калибровку нуля. Также калибровку коэффициентов нуля можно произвести, нажав на кнопку «Произвести калибровку коэф.нуля» (рисунок 9.6.4).

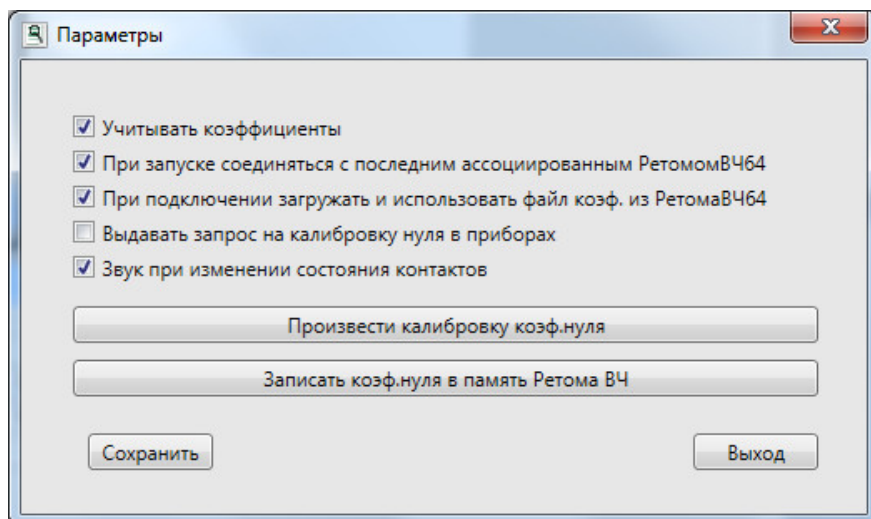


Рисунок 9.6.4 – Окно Параметры

Перед началом проведения калибровки необходимо закоротить соответствующие входы (рисунок 9.6.5), а затем нажать на кнопку калибровки. После этого необходимо дать согласие на проведение калибровки в появляющихся окнах. В первую очередь производится калибровка для Входа 1 (рисунки 9.6.6, 9.6.7).

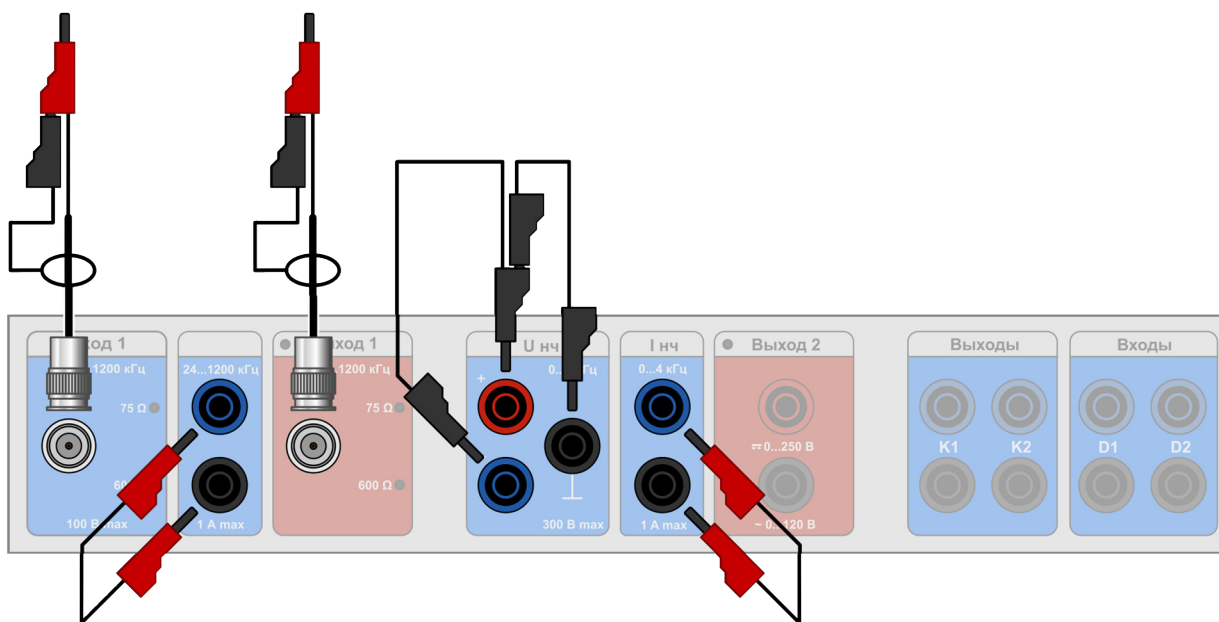


Рисунок 9.6.5 – Схема проверки

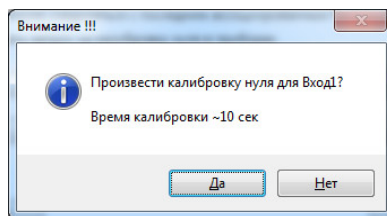


Рисунок 9.6.6 – Запрос на калибровку нуля Входа 1

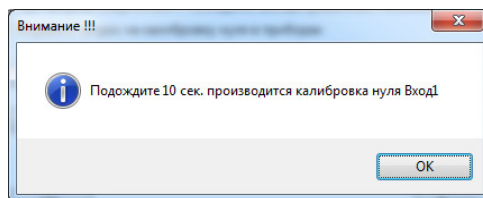


Рисунок 9.6.7 – Калибровка нуля Входа 1

Далее проводим калибровку нуля для Увч, Унч, Івч, Інч (рисунки 9.6.8, 9.6.9).

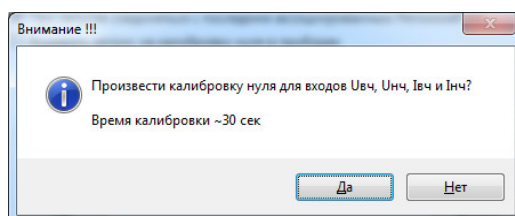


Рисунок 9.6.8 – Запрос на калибровку нуля Увч, Унч, Івч, Інч

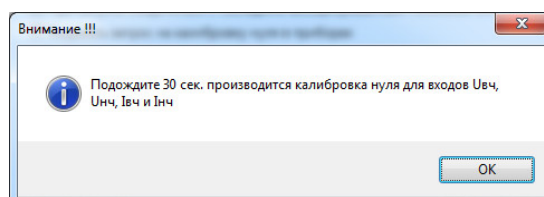


Рисунок 9.6.9 – Калибровка нуля Увч, Унч, Івч, Інч

Далее необходимо сохранить полученные в результате калибровки коэффициенты в память РЕТОМ-ВЧ/64, для этого необходимо нажать на кнопку «Записать коэф.нуля в память Ретом ВЧ» (рисунок 9.6.4). Появится сообщение (рисунок 9.6.10).

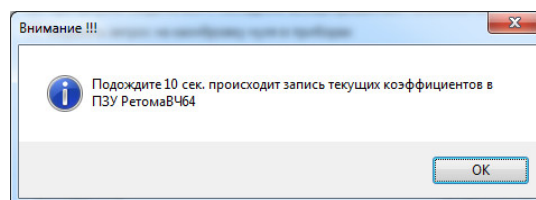


Рисунок 9.6.10 – Сообщение о записи коэффициентов

При установке галочки «Звук» при изменении состояния контактов каждое замыкание/размыкание контактных входов будет сопровождаться звуковым сигналом.

Отметим, что работа с виртуальными приборами по умолчанию подразумевает ручное управление этими приборами – виртуальными генераторами и измерителями, а также в значительной степени ручные измерения, схожие с лабораторными измерениями в окружении комплекта обычных приборов.

Виртуальные приборы в программе ВЧ лаборатория организованы на базе хорошо знакомых окон в среде Windows. За верхнюю часть, где находится заголовок, можно перемещать окно мышью по Рабочему столу. В этих окнах есть "вкладки" – цифровые табло с фактическими показаниями прибора (напряжения на выходах генераторов и входах измерителей устройства РЕТОМ-ВЧ/64, состояние контактов и т.п.).

Каждый виртуальный прибор можно активировать ("включить") или перевести в неактивное состояние ("выключить"). Это делается с помощью однократного щелчка левой кнопки мыши по виртуальной кнопке. Признаком активного состояния прибора является "горящий" (зеленого цвета) светодиод, находящийся рядом с кнопкой. Признаком неактивного состояния прибора являются "потухший" (серого цвета) светодиод.

Активный виртуальный прибор означает, что устройство РЕТОМ-ВЧ/64 постоянно обменивается с компьютером информацией, касающейся данного виртуального прибора, включены аппаратные средства внутри устройства РЕТОМ-ВЧ/64 для поддержки данного виртуального прибора. Например, если активен «Генератор Выход 1», это значит, что на *Выходе 1* 40 Гц...1200 кГц устройства РЕТОМ-ВЧ/64 действует напряжение с параметрами, которые указаны в виртуальном окне генератора (на цифровых табло напряжения и частоты).

Неактивный виртуальный прибор означает, что аппаратные средства поддержки данного виртуального прибора выключены, и никакого обмена информацией, касающейся данного виртуального прибора, в устройстве РЕТОМ-ВЧ/64 нет.

На Рабочем столе всегда желательно иметь минимально необходимое число активных приборов. Это позволяет минимизировать время обмена, увеличить скорость реакции измерительных приборов на входные сигналы и на действия оператора, а также уменьшить потребление электроэнергии устройством РЕТОМ-ВЧ/64.

9.6.1 Генератор Выход 1

Извлечь виртуальную лицевую панель ВЧ генератора на Рабочий стол можно следующим образом: перейти во вкладку «Генерация» и щелкнуть по кнопке «Выход 1».

В результате этих действий на дисплее появляется панель генератора, приведенная на рисунке 9.6.1.1. На этой панели есть средства управления выходным напряжением (действующее значение) и выбором режима генератора «Две частоты». Генератор имеет возможность выдачи, как одно-, так и двухчастотного сигнала. Одно- или двухчастотный режим выбирается активизацией режима «Две частоты» (включить кнопку в поле Частота 2). Выходные напряжения двух сигналов в двухчастотном режиме одинаковы. Итак, значения выходных напряжений (RMS) и частоты устанавливаются оператором и отображаются на двух цифровых табло (рисунок 9.6.1.1) в одночастотном режиме, либо на трех цифровых табло в двухчастотном режиме.



Рисунок 9.6.1.1 – Генератор Выход 1

Оператор может выбрать параметры генерации. Для этого надо установить выходное сопротивление генератора. Если оператор при работе использует значения $R_{\text{вых}}$ равные

75, 600 Ом, то они устанавливаются программно в окне генератора устройства РЕТОМ-ВЧ/64 (рисунок 9.6.1.1).

Генератор имеет переключатель выбора единиц измерения. Как видно из рисунка 9.6.1.1, генератор может отображать значение выходного напряжения в «В» и «дБм», наиболее часто применяющихся при измерениях. Если на виртуальной лицевой панели измерителя щелкнуть по кнопке «В», то на цифровом табло будет отображено напряжение сигнала на выходе Выход 1 в вольтах, если щелкнуть по кнопке «дБ» – в дБм.

Также имеется переключатель «Манипуляция», переключив который в положение 1, можно получить на выходе генератора манипулированный частотой 50 Гц сигнал, с шириной импульса и паузы 10 мс.

Чтобы установить требуемое напряжение (уровень) и/или частоту на выходных гнездах, можно пойти следующими путями:

- ввод числа в любое цифровое табло с клавиатуры:
 - удерживая левую кнопку мыши, протащить появившийся курсор (вертикальную линию) по всем цифрам табло;
 - отредактировать, пользуясь клавиатурой, число в выбранном табло;
 - нажать клавишу Enter;

либо:

- щелкнуть по цифровому табло (в ответ появляется курсор – вертикальная мигающая планка);
- отредактировать, пользуясь клавиатурой, число в выбранном табло;
- нажать клавишу Enter;
- ввод значений с помощью виртуальных “регуляторов” грубо:
 - удерживая левую кнопку мыши, повернуть “регулятор” на необходимый угол.
- ввод значений с помощью виртуальных “регуляторов”, точно:
 - удерживая клавишу Shift (шаг ± 1 % от разницы максимальных и минимальных значений) или Ctrl (шаг $\pm 0,1$ % от разницы максимальных и минимальных значений) крутим колесо прокрутки мыши;

либо:

- щелкнуть по “регулятору” правой кнопкой мыши;
- в ответ появится контекстное меню (рисунок 9.6.1.2);

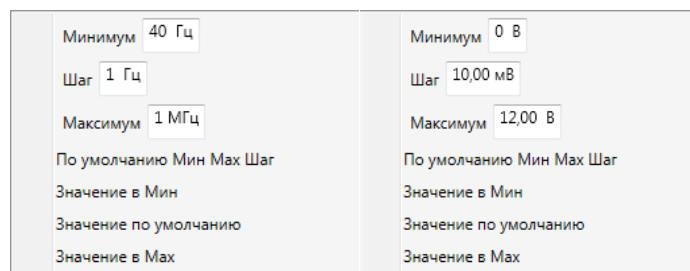


Рисунок 9.6.1.2 – Контекстные меню регулировки частоты и напряжения

- в меню регулируются минимальные и максимальные значения частоты/напряжения, шаг по частоте/напряжению, также можно перевести текущее значение в минимальное или максимальное, а также установить значения по умолчанию;

либо:

- ввод значений с помощью стрелочек на клавиатуре:
 - с помощью стрелок  и  можно регулировать частоту, а с помощью стрелок  и  - напряжение, с параметрами регулировки, предварительно заданными в контекстном меню (рисунок 9.6.1.2).

При извлечении виртуальной лицевой панели генератора и настройки выходного сигнала на гнездах Выход 1 40 Гц...1200 кГц устройства РЕТОМ-ВЧ/64 появляются сигналы генератора, характеризующиеся параметрами, указанными в таблицах 4.1.1 и 4.1.2.

9.6.2 Генератор Выход 2

Извлечь виртуальную лицевую панель генератора Выход 2 на Рабочий стол можно, щелкнув по кнопке «АС Выход 2» (погрешность воспроизведения нормируется) или «DC Выход 2» (погрешность воспроизведения не нормируется, требуется контроль напряжения измерителем Унч).

В результате этих действий на дисплее появляются панели генератора, приведенные на рисунках 9.6.2.1 и 9.6.2.2.

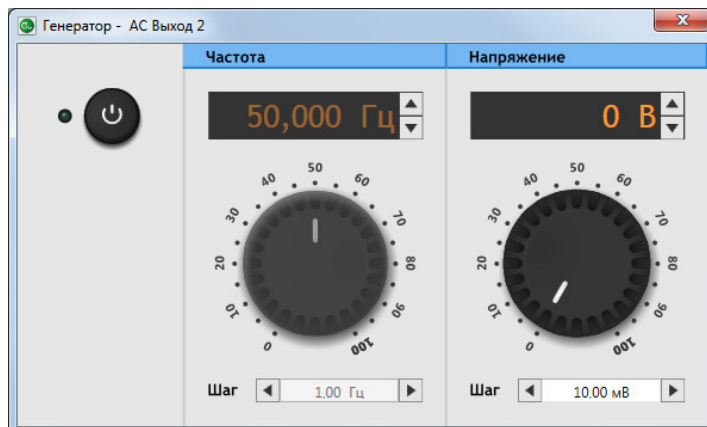


Рисунок 9.6.2.1 - Лицевая панель АС Выход 2



Рисунок 9.6.2.2 - Лицевая панель DC Выход 2

На этих панелях есть средства управления выходным напряжением генератора. Значения выходного напряжения и частоты (50 Гц), установленные оператором, отображаются на двух цифровых табло.

Чтобы установить требуемые значения напряжения на выходных гнездах, можно пойти следующими путями:

- ввод числа в любое цифровое табло с клавиатуры:
 - удерживая левую кнопку мыши, протащить появившийся курсор (вертикальную линию) по всем цифрам табло;
 - отредактировать, пользуясь клавиатурой, число в выбранном табло;
 - нажать клавишу Enter;
- либо:
 - щелкнуть по цифровому табло (в ответ появляется курсор – вертикальная мигающая планка);
 - отредактировать, пользуясь клавиатурой, число в выбранном табло;
 - нажать клавишу Enter;
- ввод значений с помощью виртуальных “регуляторов” грубо:
 - удерживая левую кнопку мыши, повернуть “регулятор” на необходимый угол.
- ввод значений с помощью виртуальных “регуляторов”, точно:

- удерживая клавишу Shift (шаг $\pm 1\%$ от разницы максимальных и минимальных значений) или Ctrl (шаг $\pm 0,1\%$ от разницы максимальных и минимальных значений) крутим колесо прокрутки мыши;

либо:

- щелкнуть по “регулятору” правой кнопкой мыши;
- в ответ появится контекстное меню (рисунок 9.6.2.3);

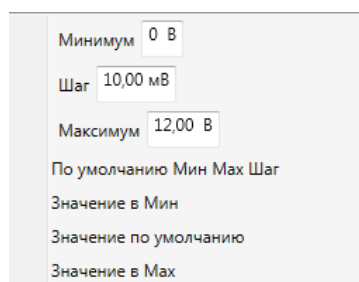


Рисунок 9.6.2.3 – Контекстное меню регулировки напряжения

- в меню регулируются минимальные и максимальные значения напряжения, шаг по напряжению, также можно перевести текущее значение в минимальное или максимальное, а также установить значения по умолчанию;

либо:

- ввод значений с помощью стрелочек на клавиатуре:
 - с помощью стрелок и можно регулировать напряжение, с параметрами регулировки, предварительно заданными в контекстном меню (рисунок 9.6.2.3).

При извлечении виртуальной лицевой панели генератора Выход 2 и настройки выходного сигнала на гнездах *Выход 2* устройства РЕТОМ-ВЧ/64 появляются сигналы генератора, характеризующиеся параметрами, указанными в таблицах 4.1.1 и 4.1.2.

9.6.3 Измеритель Вход 1

Извлечь виртуальную лицевую панель измерителя Вход 1 на Рабочий стол можно следующим образом – щелкнуть по кнопкам «Вход 1» в поле «Напряжение» и в поле «Частота».

В результате этих действий на дисплее появляется виртуальная лицевая панель измерителя Вход 1, приведенная на рисунках 9.6.3.1 и 9.6.3.2. На этих панелях отображаются параметры реальных сигналов, которые присутствуют на гнездах поля *Вход1 40 Гц...1200 кГц* (на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64).

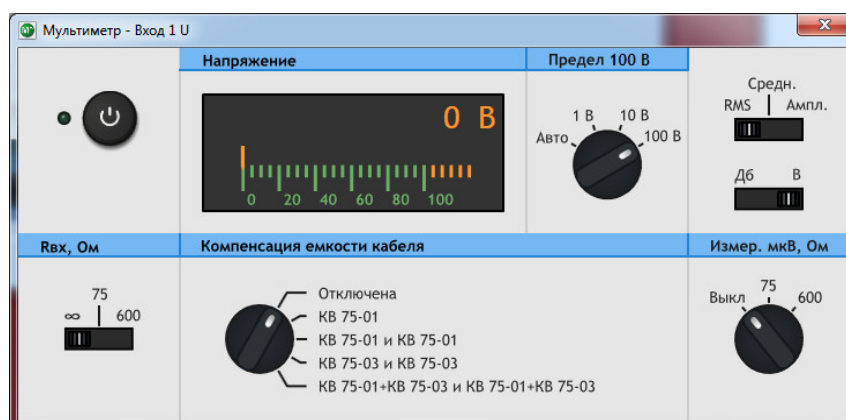


Рисунок 9.6.3.1 - Виртуальная лицевая панель Вход 1 U

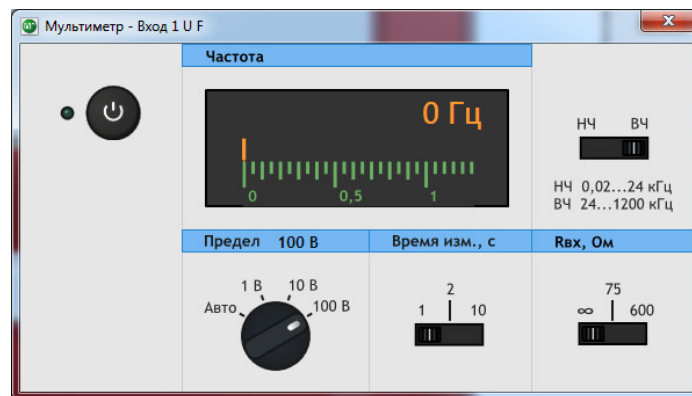


Рисунок 9.6.3.2 - Виртуальная лицевая панель Вход 1 F

На виртуальной панели измерителя можно видеть следующие переключатели: пределов измерения, выбора единиц измерения, включения компенсации емкости кабеля для вольтметра, времени измерения для частотомера и переключатель необходимый для работы с внешним блоком РЕТ-ВЧ/64 мкВ (на данный момент серийно не выпускается) для проведения измерений микровольт. Для того, чтобы переключить предел измерения, единицу измерения, время измерения, входное сопротивление или включить компенсацию ёмкости кабеля надо щелкнуть мышью по желаемому значению.

Функция компенсации ёмкости кабеля работает только при включенном генераторе Выход 1.

Вход 1 содержит два измерительных прибора – вольтметр и частотомер. Эти приборы работают с нормируемой точностью для синусоидальных сигналов в заданной полосе частот. Кроме того, частотомер не имеет отдельного входа, он показывает частоту сигнала, который подан на входные гнезда напряжения. На передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64 эти гнезда находятся на поле *Вход1 40 Гц...1200 кГц*.

Для удобства оператора, кроме цифровой индикации, под каждой цифровой шкалой присутствует аналоговый индикатор уровня, который повторяет показания цифровой шкалы, но в формате барографа.

Вольтметр снабжен кнопками переключения пределов измерения вольтметра: 1 В; 10 В и 100 В. Кроме того, имеется еще и кнопка автоматического выбора предела Авто и кнопки переключения единиц измерения. Как видно из рисунка 9.6.3.1, измеритель может отображать значение входного напряжения в следующих единицах, применяющихся при измерениях: В и дБм. Если на виртуальной лицевой панели измерителя щелкнуть по кнопке «В», то на цифровом табло будет отображено напряжение сигнала на входе ВЧ-мультиметра в вольтах, если щелкнуть по кнопке «дБ»- в дБм.

Вольтметр также имеет режим, в котором учитывается ёмкость кабеля, использующегося при измерениях. Ведется учет ёмкости только тех кабелей, которые поставляются с комплексом РЕТОМ-ВЧ. Данная функция работает только при включенном генераторе Выход 1.

Точность замеров частоты можно увеличить за счет увеличения времени измерения имеющимся переключателем (рисунок 9.6.3.2). Частотомер также имеет переключатель «НЧ↔ВЧ», который, в случае, если переключатель находится в положении «НЧ», позволяет измерять сигналы от 40 Гц до 24 кГц, а в случае «ВЧ» – от 24 кГц до 1,2 МГц.

Параметры устройства РЕТОМ-ВЧ/64 при измерении синусоидального напряжения указаны в таблицах 4.1.1 и 4.1.2.

ВНИМАНИЕ! Выполняя измерения с помощью Вход 1, необходимо заземлять РЕТОМ-ВЧ/64 с помощью клеммы $\oplus$, расположенной на передней панели устройства.

9.6.4 Селективный вольтметр

Извлечь виртуальную лицевую панель измерителя Селективный вольтметр Вход 1 на Рабочий стол можно следующим образом – щелкнуть по кнопке «Селективный вольтметр». В

результате этих действий на дисплее появляется виртуальная лицевая панель селективного вольтметра, показанная на рисунке 9.6.4.1.

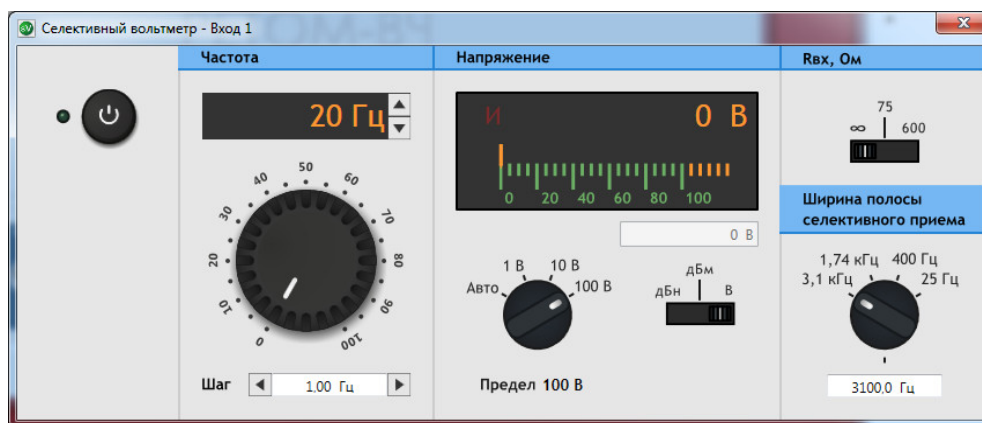


Рисунок 9.6.4.1 - Виртуальная лицевая панель селективного вольтметра

В левом цифровом табло отображается частота настройки f селективного вольтметра, в правом цифровом табло отображается уровень реального сигнала, который присутствует на Входе 1 на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64.

Для удобства оператора, кроме цифровой индикации, под каждой цифровой шкалой располагается аналоговый индикатор уровня, который повторяет показания цифровой шкалы, но в формате барографа.

На виртуальной панели селективного вольтметра (рисунок 9.6.4.1) присутствуют три основных переключателя:

- переключатель «Ширина полосы селективного приема» – 3,1 кГц, 1,74 кГц, 400 Гц, 25 Гц и ручной ввод пользователем;
- переключатель единиц измерения – В, дБн, дБм;
- переключатель пределов измерения – Авто, 1 В; 10 В; 100 В.

При ручном вводе ширины полосы селективного приема под кнопкой включения прибора появляется поле с возможностью изменить частоту дискретизации и шаг по частоте (рисунок 9.6.4.2):

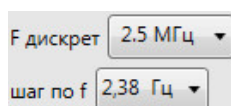


Рисунок 9.6.4.2- Элементы виртуальной лицевой панели селективного вольтметра

Для того, чтобы установить необходимые значения того или иного параметра, достаточно щелкнуть по нужной кнопке.

Режим «Авто» работает следующим образом: если уровень сигнала превышает 1,3 от предела, то появляется надпись «перегрузка» и прибор переключается на следующий предел. При уровне сигнала меньше 0,1 от предела, происходит переключение на более низкий предел. Кроме упомянутых переключателей при работе с селективным вольтметром необходимо еще устанавливать частоту настройки f . Требуемую частоту f , можно установить двумя путями:

- ввод значения частоты настройки f с клавиатуры:
 - щелкнуть по цифровому табло «Частота» и, удерживая левую кнопку мыши, протящить появившийся курсор (вертикальную линию) по всем цифрам табло;
 - набрать с клавиатуры требуемое значение частоты;
 - нажать клавишу Enter,
- либо:
 - щелкнуть по цифровому табло «Частота» (в ответ появляется курсор – мигающая планка);
 - отредактировать, пользуясь клавиатурой, число на табло;
 - нажать клавишу Enter;

- ввод значений с помощью виртуальных “регуляторов” грубо:
 - удерживая левую кнопку мыши, повернуть “регулятор” на необходимый угол.
- ввод значения частоты настройки с помощью мыши:
 - выставить требуемую частоту точно. Для этого необходимо использовать стрелки, которые выполняют функции “увеличить” и “уменьшить”. Верхняя пара стрелок  и  виртуальной лицевой панели служит непосредственно для увеличения/уменьшения частоты. Нижняя пара стрелок  и  меняет шаг изменения частоты, т.е. степень детализации и точности процесса настройки на требуемую частоту. Однократное нажатие на кнопку изменяет частоту в окне на один шаг. Скорость изменения частоты, тем выше, чем больше шаг.

Селективный вольтметр может отображать значение входного напряжения в следующих единицах, применяющихся при измерениях: В, дБн и дБм. Далее даны пояснения по единицам измерения.

Если на виртуальной лицевой панели селективного вольтметра щелкнуть по кнопке «В», то на цифровом табло будет показано напряжение синусоидального сигнала (действующее значение) на входе селективного вольтметра в вольтах.

Если на виртуальной лицевой панели селективного вольтметра щелкнуть по кнопке «дБн», то на цифровом табло будет показан абсолютный уровень входного сигнала по напряжению, который определяется по формуле:

$$P_{BX}[\text{дБн}] = 20 \lg \left(\frac{U_{BX}[B]}{U_{\text{баз.600}}[B]} \right), \quad (9.1)$$

где U_{BX} – напряжение сигнала на входе селективного вольтметра,

$U_{\text{баз.600}}$ – базисное напряжение, соответствующее абсолютному уровню 0 дБн. Базисное напряжение $U_{\text{баз.600}}$ равно 0,7746 В и соответствует мощности 1 мВт, выделяемой на сопротивлении 600 Ом.

Если щелкнуть по кнопке «дБм» на виртуальной лицевой панели селективного вольтметра, то на цифровом табло будет показан абсолютный уровень по мощности сигнала, в предположении, что эта мощность выделяется на сопротивлении R_H . Этот уровень определяется по формуле:

$$P_{BX}[\text{дБм}] = 20 \lg \left(\frac{U_{BX}[B]}{U_{\text{баз.}R_H}[B]} \right), \quad (9.2)$$

где U_{BX} – напряжение сигнала на входе селективного вольтметра,

$U_{\text{баз.}R_H}$ – базисное напряжение, соответствующее мощности 1 мВт, выделяемой на сопротивлении R_H . При сопротивлении $R_H = 75$ Ом базисное напряжение $U_{\text{баз.75}} = 0,274$ В.

Для удобства оператора на лицевой панели селективного вольтметра предусмотрено окошко широкополосного измерителя. Оно предназначено для измерения в широкополосном режиме с диапазоном частот от 0,04 до 1200 кГц, а также для индикации перегрузки входа в случае, если перегружающий сигнал не попадает в полосу приема селективного измерителя. Показания данного окошка имеют индикаторный характер, поэтому, если необходимы точные измерения, то следует измерителем Вход 1. Также показания широкополосного измерителя используются для корректной работы режима «Авто».

В случае, когда входной сигнал становится меньше, чем 1/1000 шкалы на табло появляется красный символ “И” (индикаторный режим). Символ “И” предупреждает о том, что точность в данном режиме не нормируется, и что целесообразен переход на более чувствительный предел. Если величина сигнала находится в диапазоне от 0,001 до 1 полной шкалы, красный символ “И” (индикаторный режим) отсутствует.

Параметры устройства РЕТОМ-ВЧ/64 при измерении селективным вольтметром синусоидального напряжения с частотой, равной частоте настройки f , приведены в таблицах 4.1.1 и 4.1.2.

В заключение данного раздела следует подчеркнуть, что и работа с виртуальным селективным вольтметром, описанная в данном разделе, по своей сути – ручная работа, когда опе-

ратор перед каждым отдельным измерением вводит частоту настройки f и полосу пропускания, затем фиксирует результаты. Вместе с тем, устройство РЕТОМ-ВЧ/64 предусматривает еще и автоматизированные селективные измерения. Они запускаются при выборе в дереве работ ветви «Панорама». Их описания приводятся далее в разделе 9.7.2 настоящего руководства по эксплуатации.

9.6.5 Универсальный мультиметр

Извлечь виртуальную лицевую панель универсального мультиметра на Рабочий стол можно, щелкнув по кнопке «Универсальный мультиметр». В результате этих действий на дисплее появляется виртуальная лицевая панель универсального мультиметра, приведенная на рисунке 9.6.5.1.

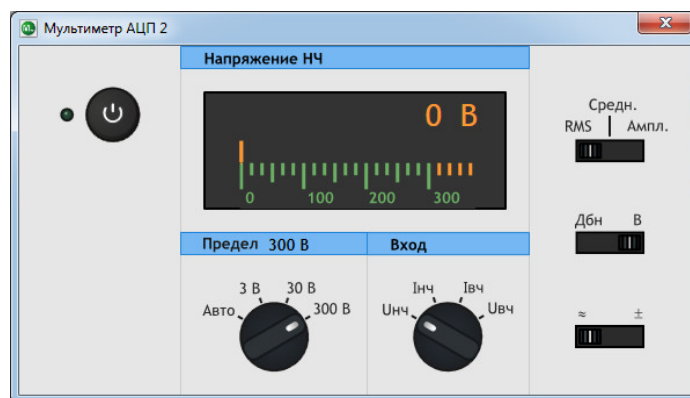


Рисунок 9.6.5.1 – Виртуальная лицевая панель универсального мультиметра

На цифровом табло отображается уровень реального сигнала, который присутствуют на гнездах входа устройства РЕТОМ-ВЧ/64, выбранного в поле Вход: Унч, Инч, Увч, Ивч.

Для удобства оператора, кроме цифровой индикации, под каждой цифровой шкалой располагается аналоговый индикатор уровня, который повторяет показания цифровой шкалы.

На виртуальной панели универсального мультиметра (рисунок 9.6.5.1) присутствуют переключатели единиц измерения, переключения пределов измерения и типа измеряемой величины.

Параметры устройства РЕТОМ-ВЧ/64 при измерении выбранного параметра приведены в таблицах 4.1.1 и 4.1.2.

9.6.6 Миллисекундомер

Виртуальный прибор «Миллисекундомер» имеет одно качественное отличие от всех виртуальных приборов, которые описаны в данном руководстве. Все другие приборы имеют физические клеммы для присоединения на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64 (это реальная часть виртуальных приборов). Миллисекундомер же не имеет своих клемм, и все присоединения к сигналам, осуществляющим пуск (старт) и останов (стоп), осуществляются внутри устройства РЕТОМ-ВЧ/64 (программно и аппаратно).

Извлечь виртуальную лицевую панель миллисекундомера на Рабочий стол можно, щелкнув по кнопке «Секундомер». В результате этих действий на дисплее появляется виртуальная лицевая панель миллисекундомера, приведенная на рисунке 9.6.6.1.

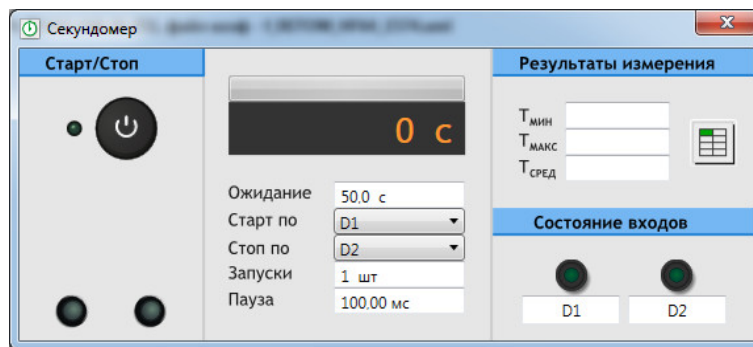


Рисунок 9.6.6.1 – Виртуальная лицевая панель миллисекундомера

Для пуска и останова миллисекундомер использует сигналы и клеммы "чужих" измерительных каналов – контактных выходов и дискретных входов. Выбор сигналов пуска и останова производится оператором на виртуальной лицевой панели с помощью следующих средств (рисунок 9.6.6.1):

- поле выбора «Старт по» – служит для выбора контактного выхода или дискретного входа, изменение состояния которых задает старт миллисекундомеру. Виртуальный секундомер может стартовать по любому изменению состояния логического сигнала на дискретном входе – как из "0" в "1", так и обратно. Для выбора стартового входа следует щелкнуть сначала по данному полю, а затем по обозначению входа, например, D1 на выпавшем меню. После такой "экранной настройки" виртуальный секундомер будет запускаться изменением реального сигнала на входе D1. Присоединительные клеммы входа D1 находятся на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64;
- поле выбора «Стоп по» – служит для выбора дискретного входа, изменение состояния которого останавливает миллисекундомер. Останов миллисекундомера, как и в предыдущем случае, может происходить при любом изменении состояния логического сигнала на дискретном входе – как из "0" в "1", так и обратно. Для выбора Стоп-входа следует щелкнуть сначала по данному полю, а затем по обозначению входа, который задействуется, например, D2 в выпавшем меню. После такой "экранной настройки" виртуальный секундомер будет останавливаться изменением реального сигнала на входе D2;
- кнопка «Старт/Стоп» – служит для ручного старта или останова испытаний. Щелчок по указанной кнопке инициирует начало измерений миллисекундомера/прекращает оставшиеся испытания;
- поле ввода «Ожидание» – служит для ввода времени, отведенного на проведение испытания;
- поле ввода «Запуски» – служит для ввода количества испытаний (с фиксацией времени для каждого i-го испытания) в выбранной конфигурации старт-стопа;
- поле ввода «Пауза» – служит для ввода длительности паузы между отдельными испытаниями, в которых фиксируется время;
- кнопка «Таблица» – служит для выдачи протокола результатов измерений;
- Монитор результатов испытаний – находится в правом верхнем углу виртуальной лицевой панели миллисекундомера. На монитор выводятся минимальное время $T_{\text{МИН}}$ (из снятых в ходе испытаний), максимальное время $T_{\text{МАКС}}$ и среднее время $T_{\text{СРЕД}}$.

9.6.7 Панель отображения дискретных сигналов и управления выходными контактами

Извлечь на рабочий стол виртуальную лицевую панель для ручного управления выходными контактами и панель для визуальной оценки состояния дискретных входов РЕТОМ-ВЧ/64 можно следующим образом:

- щелкнуть по кнопке «Выходы» в меню Контакты;
- щелкнуть по кнопке «Входы» в меню Контакты.

В результате этих действий на дисплее появятся виртуальные лицевые панели, приведенные на рисунке 9.6.7.1.

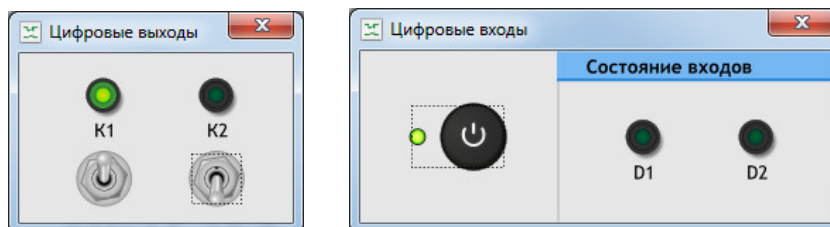


Рисунок 9.6.7.1 – Виртуальные лицевые панели ручного управления выходными контактами и визуальной оценки состояния дискретных входов

Светодиоды отображают состояние реальных контактных выходов K1, K2 и реальных сигналов на дискретных входах D1, D2 устройства РЕТОМ-ВЧ/64.

Если светодиод светится зеленым цветом, то соответствующий выходной контакт или дискретный вход замкнут. Если же светодиод не горит, то соответствующий выходной контакт или дискретный вход разомкнут.

Чтобы перевести выходной контакт из одного состояния в другое, необходимо щелкнуть мышью по соответствующему тумблеру.

Для логических сигналов на дискретных входах принята аналогичная предыдущему цветовая визуализация.

Параметры устройства РЕТОМ-ВЧ/64 при работе с контактными выходами и дискретными входами приведены в таблице 4.1.1.

9.7 Автоматизированные проверки

В данном разделе описаны программные средства для автоматизированных проверок. Эти средства входят в стандартный комплект поставки программного обеспечения для устройства РЕТОМ-ВЧ/64.

В отличие от ручной работы с виртуальными приборами, которая описана в предыдущем разделе 9.6, представленные далее программные ветви обеспечивают автоматизированные проверки, когда оператор участвует в проверке скорее, как руководитель, чем как исполнитель. Задачи оператора в автоматизированных проверках:

- правильно поставить задачу (ввести в компьютер надлежащие параметры проверок);
- правильно выбрать необходимые приборы и собрать схему проверки;
- запустить процесс проверки и, по ее завершению, принять (или не принять) результаты проверки.

Тут нет непосредственного манипулирования уровнями напряжения и частотами генераторов, а также пределами измерительных приборов. Здесь задаются параметры процессов, например, в каком диапазоне частот снимать АЧХ, какие паузы делать между отдельными измерениями и т.п.

Автоматизированные проверки собраны в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1).

9.7.1 Измерение АЧХ (четырёхполюсника)

В устройстве РЕТОМ-ВЧ/64 испытательный сигнал подается на измеряемый четырехполюсник в виде сигналов с частотой, на которой производится измерение. На выходе четырехполюсника напряжение сигнала с заданной частотой измеряется вольтметром. Уровень задаваемого тестового воздействия (при ненулевом внутреннем сопротивлении генератора) на 6 дБ меньше уровня ЭДС.

Если в линии присутствует «мешающий» сигнал, уровень тестового сигнала желательно устанавливать больше на 20 дБ. В случае присутствия «шумоподобной» помехи уровень тестового сигнала желательно устанавливать больше уровня шума на 10 дБ. При выборе уровня те-

стового сигнала также необходимо учитывать его влияние на системы ВЧ-связи, для которых тестовый сигнал может создать помехи.

Процедура снятия АЧХ шаг за шагом

Для того, чтобы инициировать процесс измерения АЧХ необходимо в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1) дважды щелкнуть по кнопке «АЧХ».

В ответ на экране появляется окно, где во вкладке «Дополнительно» следует однократно щелкнуть по пиктограмме АЧХ. Далее на экране появляется окно с первой вкладкой «Параметры проверки» (рисунок 9.7.1.1).

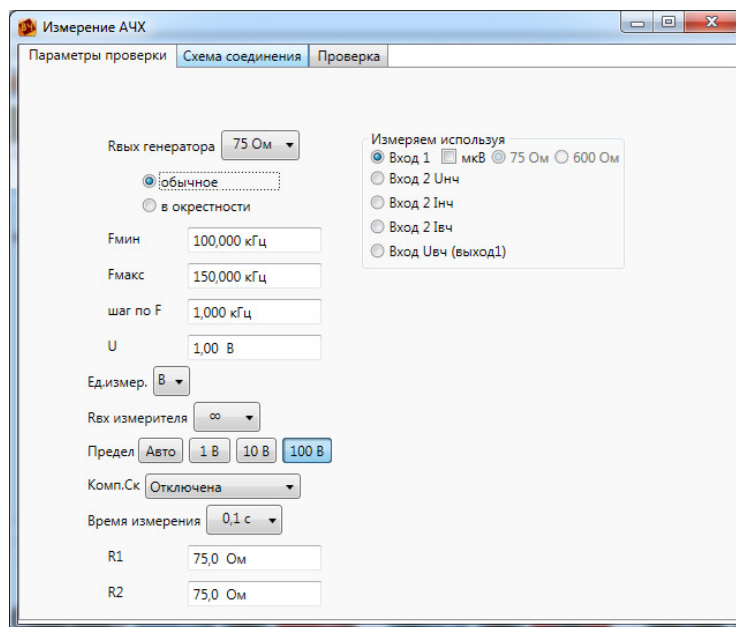


Рисунок 9.7.1.1 – Вкладка «Параметры проверки»

Процедура «обычное»

В этом окне задаются: начальная частота диапазона, в котором проводятся измерения «Fмин», конечная частота этого диапазона «Fмакс», шаг по частоте F, напряжение, выдаваемое с генератора U, внутреннее сопротивление генератора Rвых. генератора, входное сопротивление измерителя Rвх. измерителя, предел измерения, компенсация ёмкости кабеля «Комп.Ск», «Время измерения», а также можно выбрать прибор, который будет использоваться при измерениях. Оператор может оставить в полях ввода или выбора цифры, находящиеся там по умолчанию, либо может скорректировать их по условиям конкретной проверки. В поле выбора «Время измерения» задается темп измерений/обновлений показаний. При наличии внешнего блока РЕТ-ВЧ/64 мкВ (на данный момент серийно не выпускается) во вкладке Параметры проверки можно поставить галочку «мкВ» и выбрать величину нагрузки, при этом точность измерения малых величин (сотни микровольт/единицы милливольт) увеличится. Графически процедура измерения приведена на рисунке 9.7.1.2.

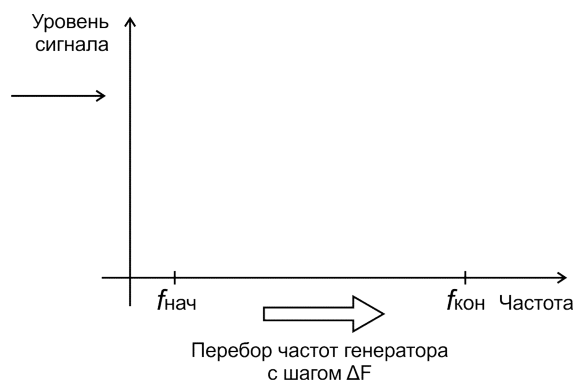


Рисунок 9.7.1.2 – Процедура измерения

Вкладка «Схема соединения» – это схема-подсказка (рисунок 9.7.1.3), как правильно присоединиться к гнездам на лицевой панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64.



Рисунок 9.7.1.3 – Схема соединения

Процедура «в окрестности»

В данной процедуре задаются центральная частота « F_c » диапазона обзора, «ширина» окрестности ($F_k - F_n$) и шаг по частоте «шаг по F », напряжение « U », выдаваемое с генератора, $R_{\text{вых. генератора}}$, $R_{\text{вых. измерителя}}$, предел измерения, компенсация ёмкости кабеля «Комп.Ск», время измерения, а также можно выбрать прибор, который будет использоваться при измерениях (рисунок 9.7.1.4). На рисунке 9.7.1.5 эти параметры поясняются.

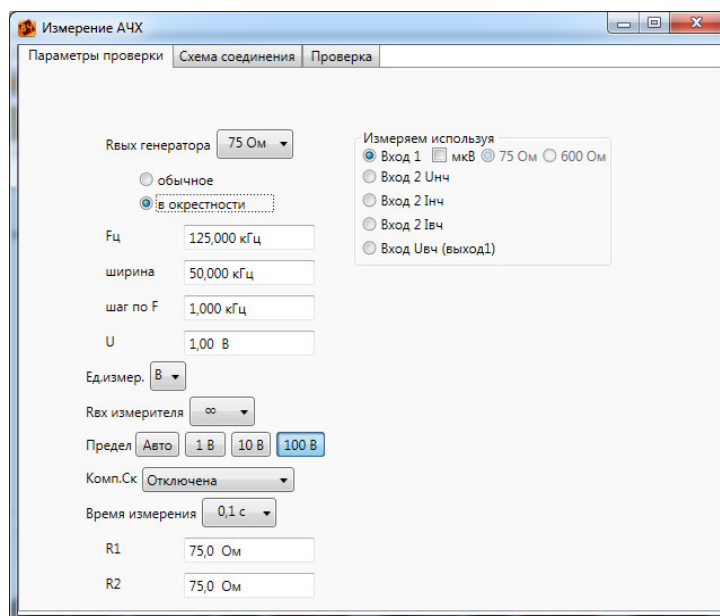


Рисунок 9.7.1.4 – Вкладка Параметры проверки

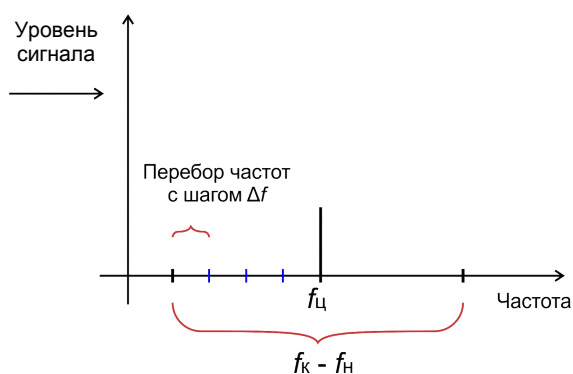


Рисунок 9.7.1.5 - Процедура в окрестности: рисунок, поясняющий процедуру измерения

После того, как все соединения осуществлены в соответствии с рисунком, следует перейти во вкладку «Проверка».

На данной вкладке пока пустое поле для графика (рисунок 9.7.1.6) и ряд виртуальных кнопок управления, назначение которых приводится далее.

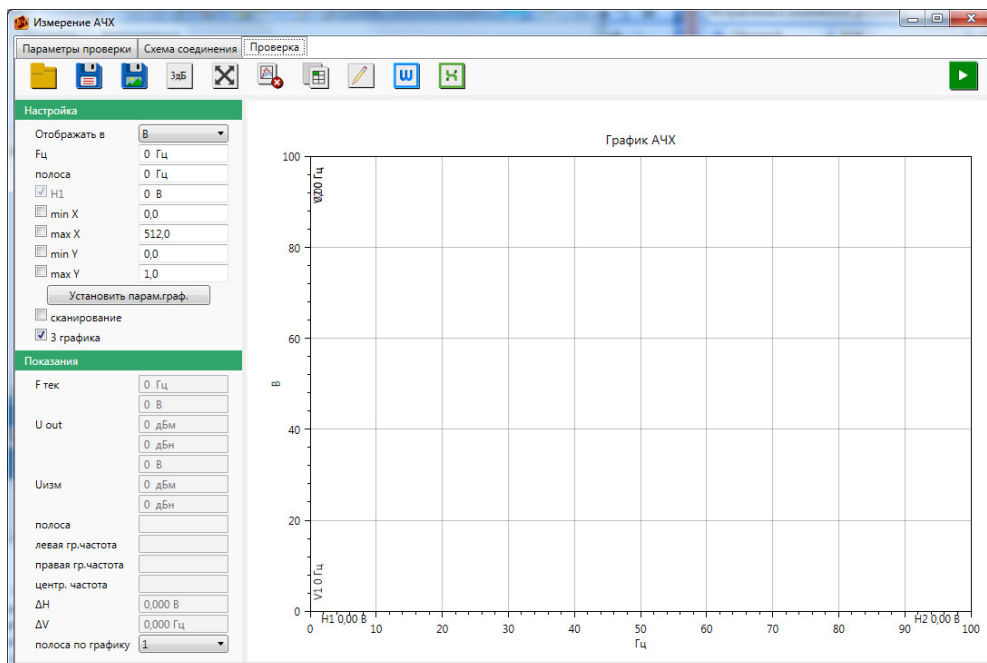


Рисунок 9.7.1.6 – Вид окна перед началом измерения АЧХ

При появлении этого окна следует щелкнуть по кнопке «Старт» , после чего запускается процедура автоматизированного снятия АЧХ в условиях, определенных оператором на предыдущих шагах. Процесс измерения АЧХ сопровождается появлением отснятых точек на графике АЧХ и изменением частот в окошке «Fтек» слева от графика АЧХ. Кроме того, происходит и самонастройка (перерисовка под новые данные) осей координат. В любой момент оператор, если он в процессе измерения увидит сомнительные результаты, может щелкнуть по кнопке «Стоп» , чтобы проверить правильность своих указаний компьютеру или правильность схемы соединения.

После того, как АЧХ снята (отснятые точки перестают ритмично появляться на графике АЧХ, а координатная сетка перестает самоподстраиваться под новые значения) – файл АЧХ создан, и теперь следует перейти к обработке экспериментальных результатов.

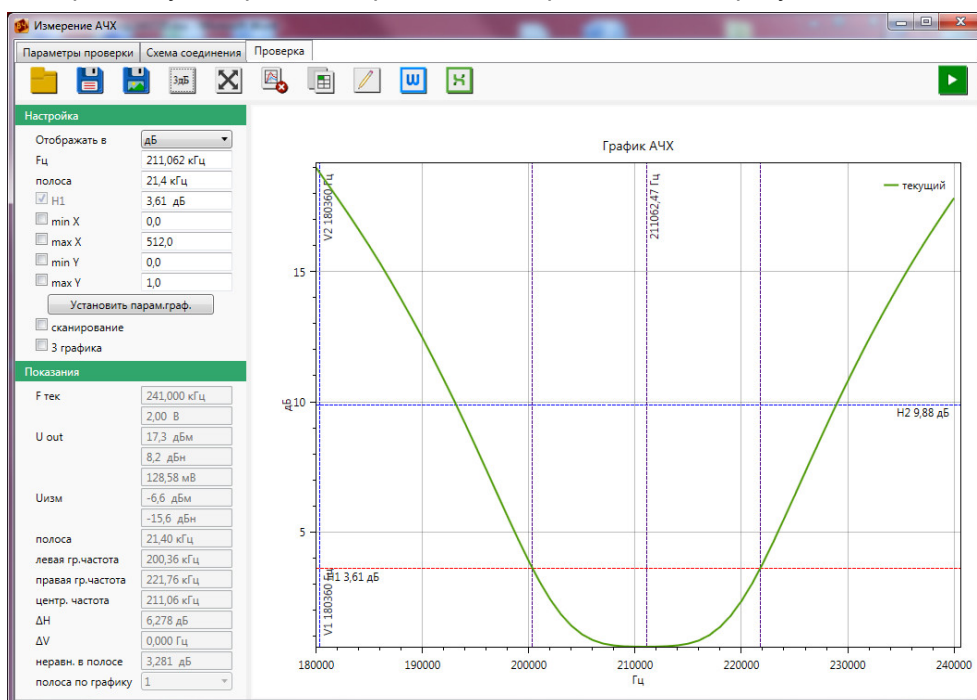


Рисунок 9.7.1.7 – Вид заключительного окна обработки снятой АЧХ

Обработка снятой АЧХ производится в рамках заключительного окна, которое имеет вид, представленный на рисунке 9.7.1.7. Инструменты обработки результатов описаны в разделе 9.7.8.

9.7.2 Снятие панорамы сигналов

Снятие панорамы сигналов – это автоматизированная процедура измерения сигналов в заданной оператором полосе частот с заданным оператором шагом. Измерительным входом при снятии панорамы является только Вход 1.

Исследуемый сигнал подается на «Вход 1» на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64. Компьютер организует измерения в соответствии с указаниями оператора и хранение результатов измерений. Кроме того, компьютер помогает провести обработку результатов измерений. Здесь сразу следует отметить: время, которое необходимо для снятия панорамы сигналов, зависит от числа измеряемых точек (ширины измеряемой полосы частот и шага по частоте).

Процедура снятия панорамы сигналов шаг за шагом

Чтобы инициировать процесс снятия панорамы сигналов, необходимо в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1) дважды щелкнуть по кнопке «Панорама».

В ответ на экране появляется окно, где во вкладке «Дополнительно» следует однократно щелкнуть по пиктограмме «Панорама». В первой вкладке «Параметры проверки» (рисунок 9.7.2.1) по умолчанию уже внесены типовые параметры снятия панорамы сигналов. Слева от полей ввода и выбора расположены сокращенные названия параметров в этих полях.

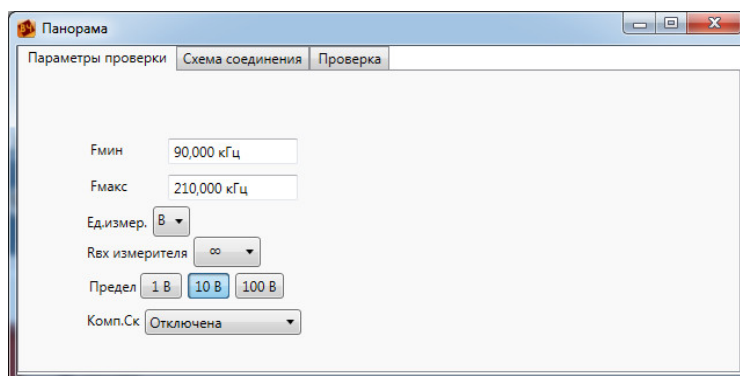


Рисунок 9.7.2.1 – Окно проверки

Как следует из вышесказанного, процесс снятия панорамы сигналов не мгновенная процедура. Ускорение её вполне возможно, когда оператор указывает компьютеру «экономные» параметры проверки, исходя из своего профессионального опыта и знакомства со спектрами конкретных источников. После того, как все условия снятия панорамы введены оператором (или приняты по умолчанию), следует перейти во вкладку «Схема соединения».

В ответ появляется окно со схемой присоединения устройства РЕТОМ-ВЧ/64 (рисунок 9.7.2.2).



Рисунок 9.7.2.2 – Вкладка Схема соединения

Когда оператор окончательно убедился, что с присоединением устройства РЕТОМ-ВЧ/64 все в порядке, следует перейти во вкладку «Проверка».

В ответ появляется окно процедуры снятия панорамы сигналов – «Панорама» (рисунок 9.7.2.3), на котором следует щелкнуть по кнопке «Старт» .

В любой момент оператор, если он в процессе измерения увидит сомнительные результаты, может щелкнуть по кнопке «Стоп» , чтобы проверить правильность своих указаний компьютеру или правильность схемы соединения.

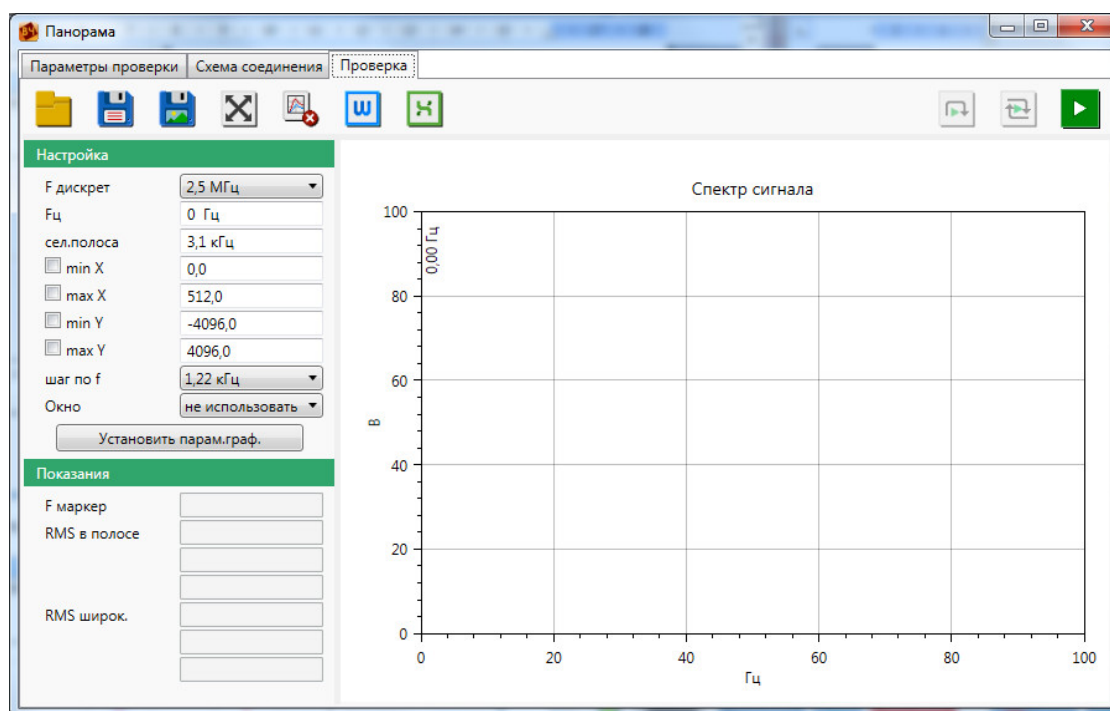


Рисунок 9.7.2.3 – Вид окна перед стартом измерения

В этот момент начинается автоматизированная процедура измерений напряжения сигнала на частотах, указанных (или принятых по умолчанию) оператором во вкладке «Параметры» проверки. После окончания измерений окно приобретает вид, приведенный на рисунке 9.7.2.4. Инструменты обработки результатов описаны в разделе 9.7.8.

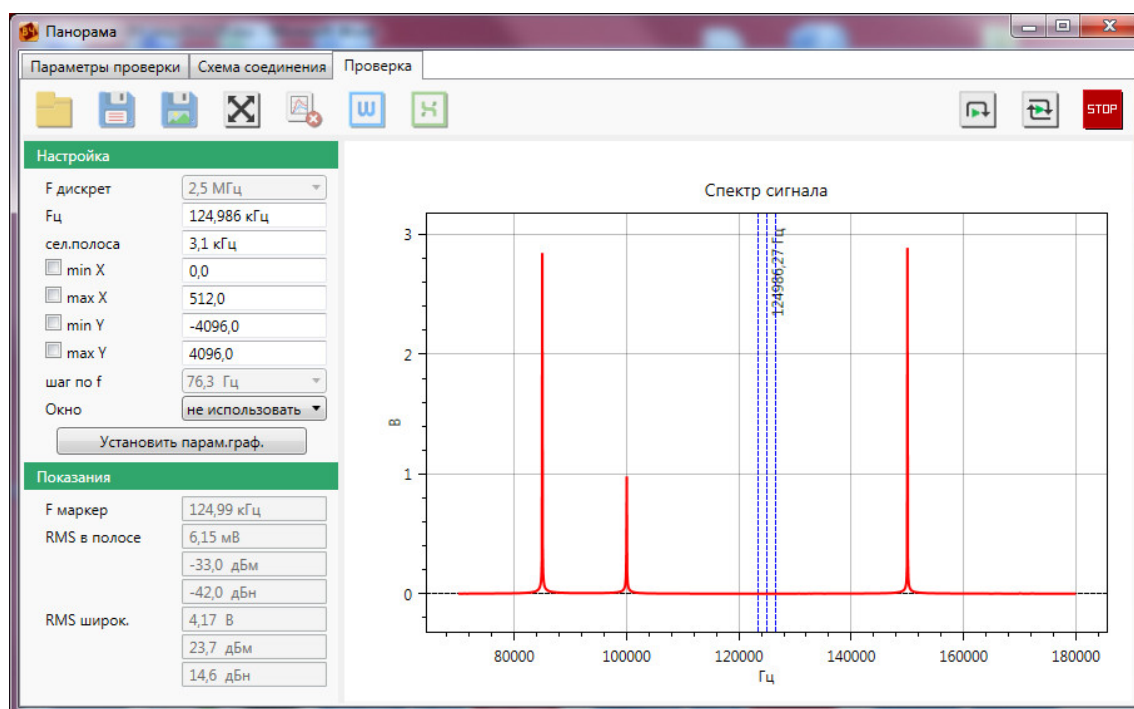


Рисунок 9.7.2.4 – Пример окна после окончания снятия панорамы сигналов

Для проведения селективных измерений необходимо в поле «сел.полоса» выставить необходимую полосу пропускания, а в поле «Fц» - центральную частоту настройки (рисунок 9.7.2.5). На графике при этом отобразятся три вертикальных линии, перемещая за среднюю из которых, можно сдвигать заданную полосу по частотному диапазону снятия панорамы сигналов. Рядом с графиком в поле «Показания» отображается протокол измерений с данными RMS широкополосный и RMS в полосе.

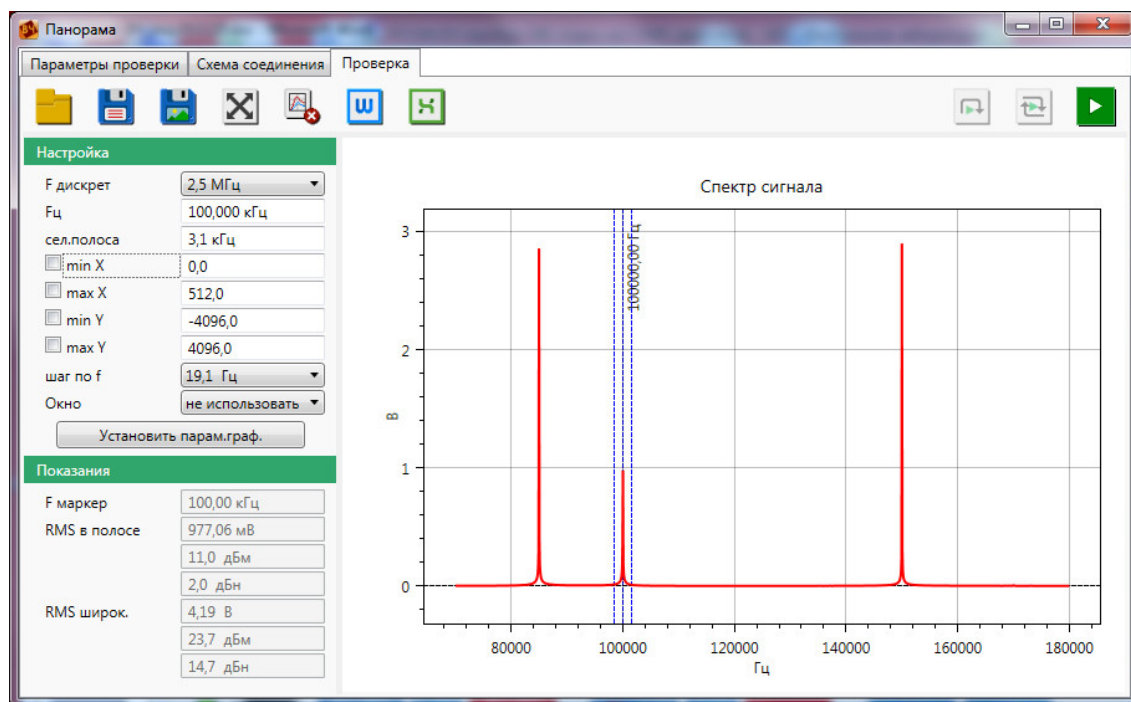


Рисунок 9.7.2.5 – Селективные измерения

9.7.3 Снятие осциллограммы сигнала на Входе 1

Для того, чтобы провести измерения сигнала на Входе 1 необходимо в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1) дважды щелкнуть по кнопке «Осциллограф».

В ответ на экране появляется окно (рисунок 9.7.3.1), где во вкладке «Дополнительно» следует однократно щелкнуть по пиктограмме «Вход 1».



Рисунок 9.7.3.1 – Вид окна «Осциллограмма»

Далее на экране появляется окно графика (рисунок 9.7.3.2).

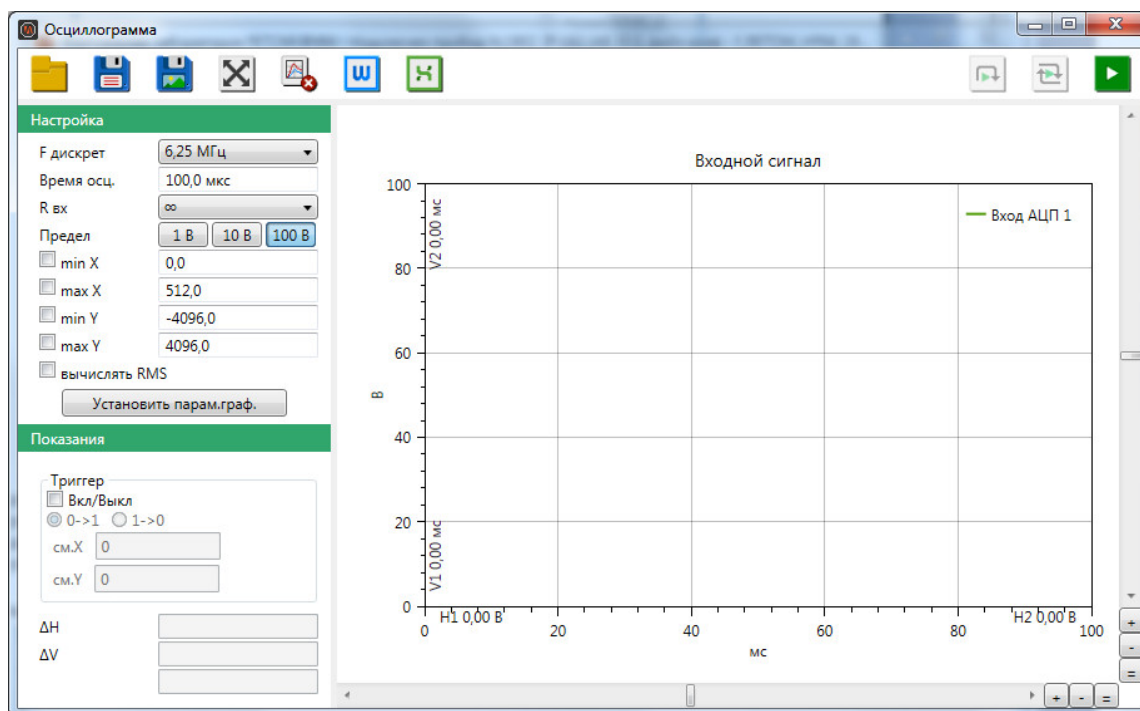


Рисунок 9.7.3.2 – Вид окна «Осциллограмма» перед стартом

В панели настроек задаются: «Fдискрет», «Время осц.», «Rвх», предел измерения. Оператор может оставить в полях ввода цифры, находящиеся там по умолчанию, либо может скорректировать их по условиям конкретной проверки. Следует понимать, что увеличивать частоту дискретизации стоит только при измерении сигналов высокой частоты (например, 900 кГц), а уменьшать при замере сигналов низкой частоты (например, 50 Гц).

Для того, чтобы на графике, кроме амплитудных величин отображались еще и действующие величины, необходимо установить галочку «вычислять RMS».

Есть возможность воспользоваться режимом «Триггер», для включения которого требуется поставить соответствующую галочку и выбрать режим запуска: по фронту или по спаду (0->1 или 1->0 соответственно). Также имеется возможность задать смещение осциллограммы по оси X или по оси Y (в единицах шкалы).

После того, как опции во вкладке приняты оператором по умолчанию или отредактированы, следует щелкнуть по кнопке «Старт» . Запускается процедура автоматизированного снятия графика мгновенных амплитудных значений, измеренных на Входе 1 от времени, в условиях, которые оператор установил на предыдущих шагах. Процесс измерения сигнала сопровождается появлением отснятых точек на графике. Кроме того, происходит и самонастройка (перерисовка под новые данные) осей координат. В любой момент оператор, если он в процессе измерения увидит сомнительные результаты, может щелкнуть по кнопке «Стоп» , чтобы проверить правильность своих указаний компьютеру или правильность схемы соединения.

После того, как характеристика снята (отснятые точки перестают ритмично появляться на графике, а координатная сетка перестает самоподстраиваться под новые значения) – файл характеристики создан, и теперь следует перейти к обработке экспериментальных результатов. Инструменты обработки результатов описаны в разделе 9.7.8.

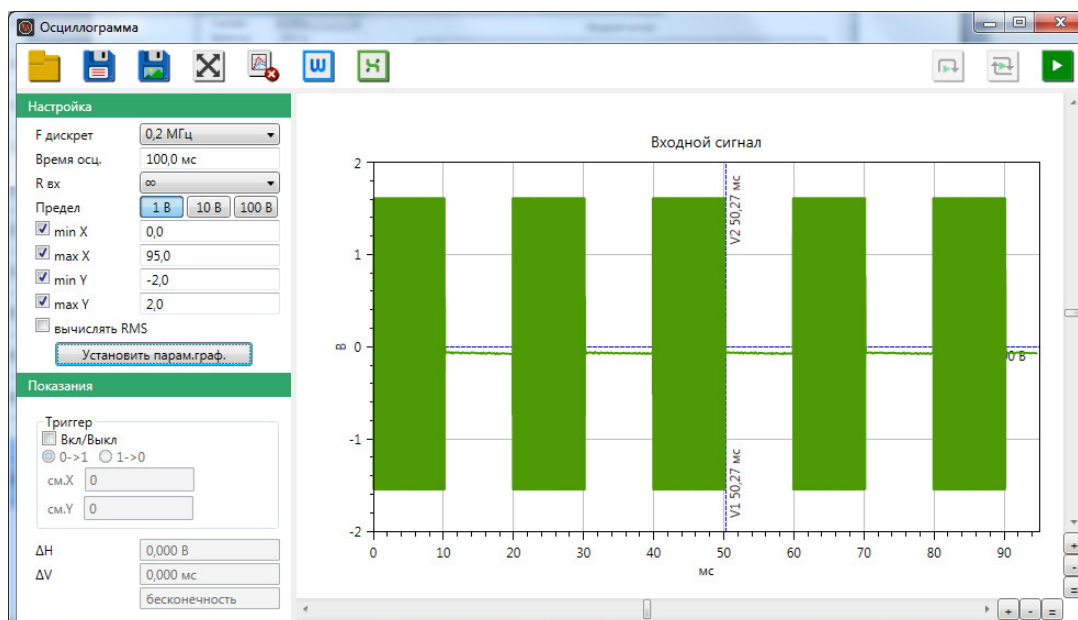


Рисунок 9.7.3.3 – Вид заключительного окна обработки снятой характеристики

При замере синусоидального сигнала есть возможность отобразить частоту измеряемого сигнала. Для этого необходимо использовать две вертикальные планки, которые можно вывести на экран, захватив за левую часть поля графика указателем мыши при нажатой левой кнопки мыши (рисунок 9.7.3.4). Частота при этом будет отображаться слева от графика в поле «Показания».

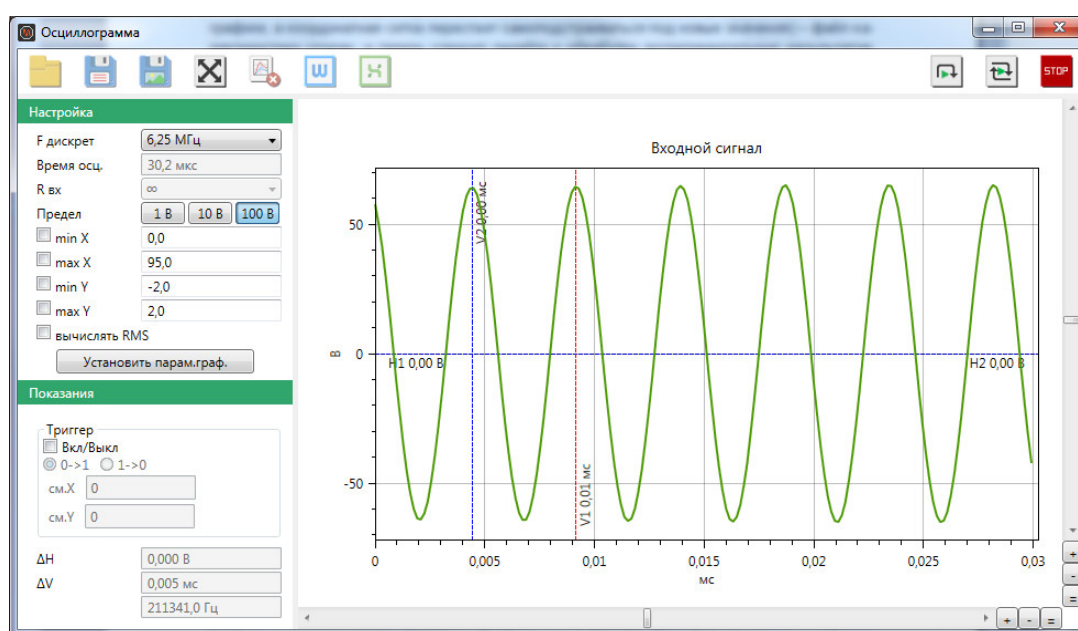


Рисунок 9.7.3.4 – Определение частоты сигнала

9.7.4 Снятие осциллограммы RMS-сигнала на Входе 1

Для того, чтобы инициировать процесс измерения сигнала RMS на Входе 1 необходимо в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1) дважды щелкнуть по кнопке «Осциллограф».

В ответ на экране появляется окно (рисунок 9.7.3.1), где во вкладке «Дополнительно» следует однократно щелкнуть по пиктограмме «Вход 1 RMS».

Далее на экране появляется окно графика (рисунок 9.7.4.1).

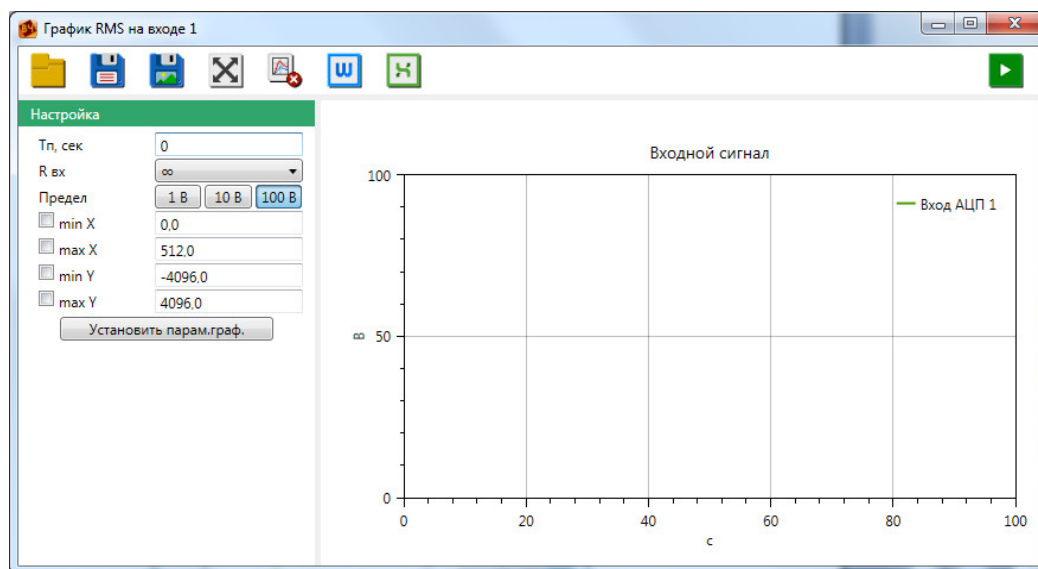


Рисунок 9.7.4.1 – Вид окна перед стартом

В панели настроек задаются: время паузы T_p , $R_{вх}$ измерителя, предел измерения. Оператор может оставить в полях ввода и выбора цифры, находящиеся там по умолчанию, либо может скорректировать их по условиям конкретной проверки. В поле ввода « T_p , сек» задается темп измерений/обновлений показаний.

После того, как опции во вкладке приняты оператором по умолчанию или отредактированы, следует щелкнуть по кнопке «Старт» . Запускается процедура автоматизированного снятия графика RMS значений, измеренных на Входе 1 от времени, в условиях, которые оператор установил на предыдущих шагах. Минимальное время измерения 100 мкс.

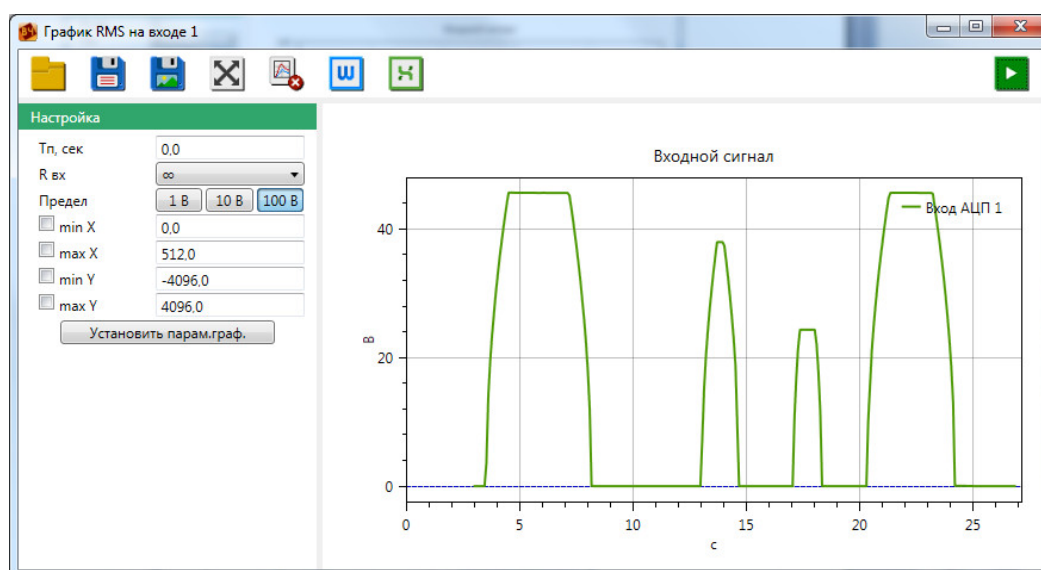


Рисунок 9.7.4.2 – Вид заключительного окна обработки снятой характеристики

Процесс измерения сигнала сопровождается появлением отснятых точек на графике. Кроме того, происходит и самонастройка (перерисовка под новые данные) осей координат. В любой момент оператор, если он в процессе измерения увидит сомнительные результаты, может щелкнуть по кнопке «Стоп» , чтобы проверить правильность своих указаний компьютеру или правильность схемы соединения.

После того, как характеристика снята (отснятые точки перестают ритмично появляться на графике, а координатная сетка перестает самоподстраиваться под новые значения) – файл ха-

рактеристики создан, и теперь следует перейти к обработке экспериментальных результатов. Инструменты обработки результатов описаны в разделе 9.7.8.

9.7.5 Измерение АХ (четырёхполюсника)

Для того, чтобы инициировать процесс измерения АХ необходимо в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1) дважды щелкнуть по кнопке «АХ».

В ответ на экране появляется окно, где во вкладке «Дополнительно» следует однократно щелкнуть по пиктограмме «АХ». На первой вкладке «Параметры проверки» (рисунок 9.7.5.1) задаются: начальный уровень напряжения « $U_{\min}$ », конечный уровень напряжения « $U_{\max}$ », шаг по напряжению – «шаг по U », рабочая частота « F », внутреннее сопротивление генератора « $R_{\text{вых. генератора}}$ », входное сопротивление измерителя $R_{\text{вх. измерителя}}$, предел измерения, компенсация ёмкости кабеля «Комп.Ск», «Время измерения», а также можно выбрать прибор, который будет использоваться при измерениях. Оператор может оставить в полях ввода или выбора цифры, находящиеся там по умолчанию, либо может скорректировать их по условиям конкретной проверки. В поле выбора «Время измерения» задается темп измерений/обновлений показаний. Графически процедура измерения приведена на рисунке 9.7.5.2.

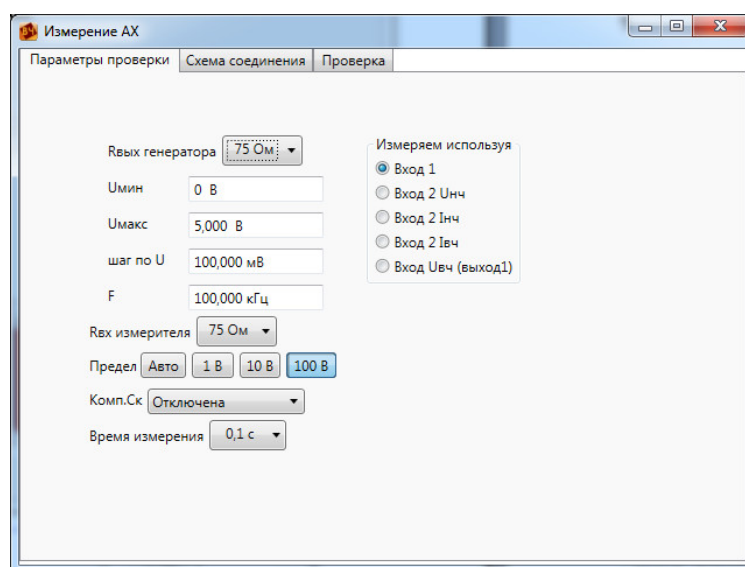


Рисунок 9.7.5.1 – Вкладка Параметры проверки

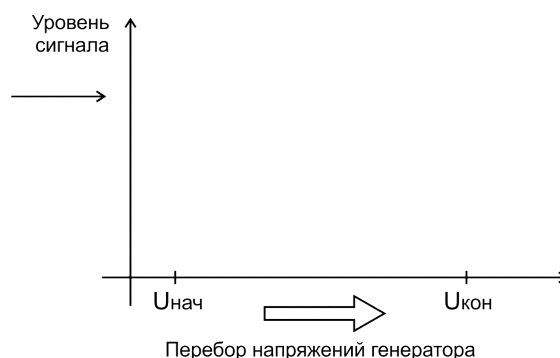


Рисунок 9.7.5.2 – Процедура измерения

Вкладка «Схема соединения» – это схема-подсказка (рисунок 9.7.5.3), как правильно присоединиться к гнездам на лицевой панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64.

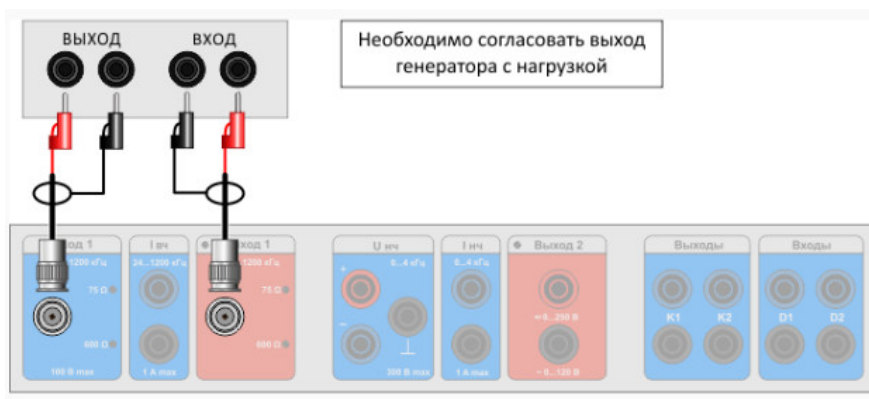


Рисунок 9.7.5.3 – Схема соединения

После того, как все соединения осуществлены в соответствии с рисунком, следует перейти во вкладку «Проверка».

На данной вкладке пока пустое поле для графика (рисунок 9.7.5.4) и ряд виртуальных кнопок управления, назначение которых приводится далее.

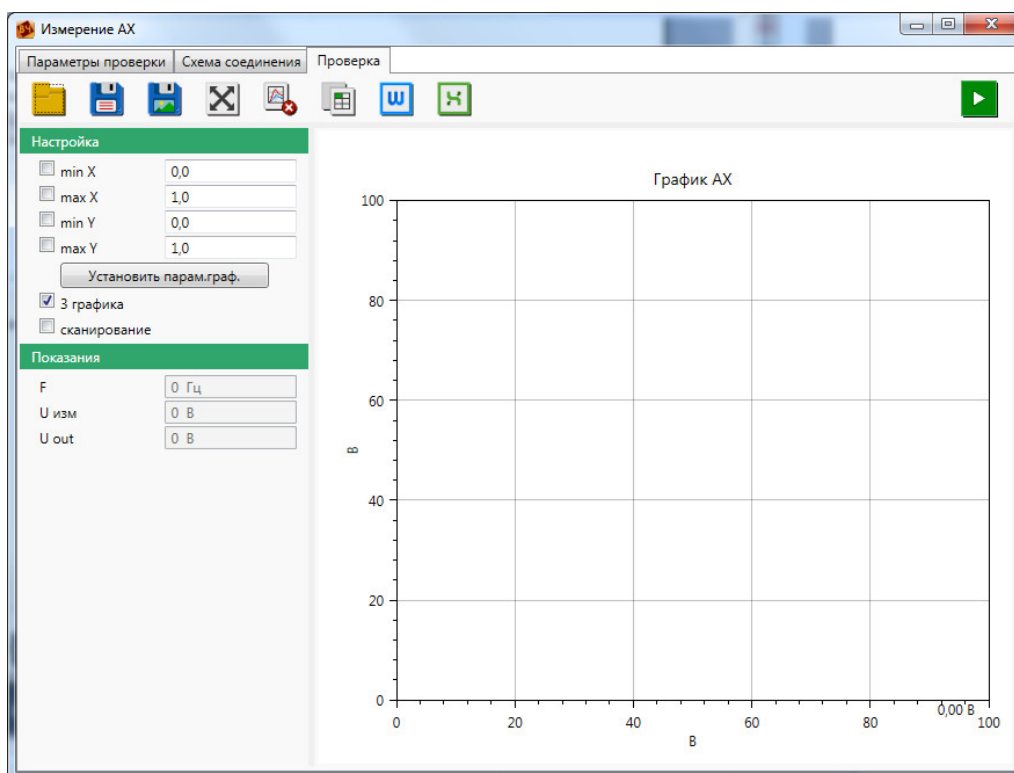


Рисунок 9.7.5.4 – Вид окна перед началом измерения AX

При появлении этого окна следует щелкнуть по кнопке «Старт» , после чего запускается процедура автоматизированного снятия AX в условиях, определенных оператором на предыдущих шагах. Процесс измерения AX сопровождается появлением отснятых точек на графике AX и изменением напряжений в окошке «Uout» в поле «Показания». Кроме того, происходит и самонастройка (перерисовка под новые данные) осей координат. В любой момент оператор, если он в процессе измерения увидит сомнительные результаты, может щелкнуть по кнопке «Стоп» , чтобы проверить правильность своих указаний компьютеру или правильность схемы соединения.

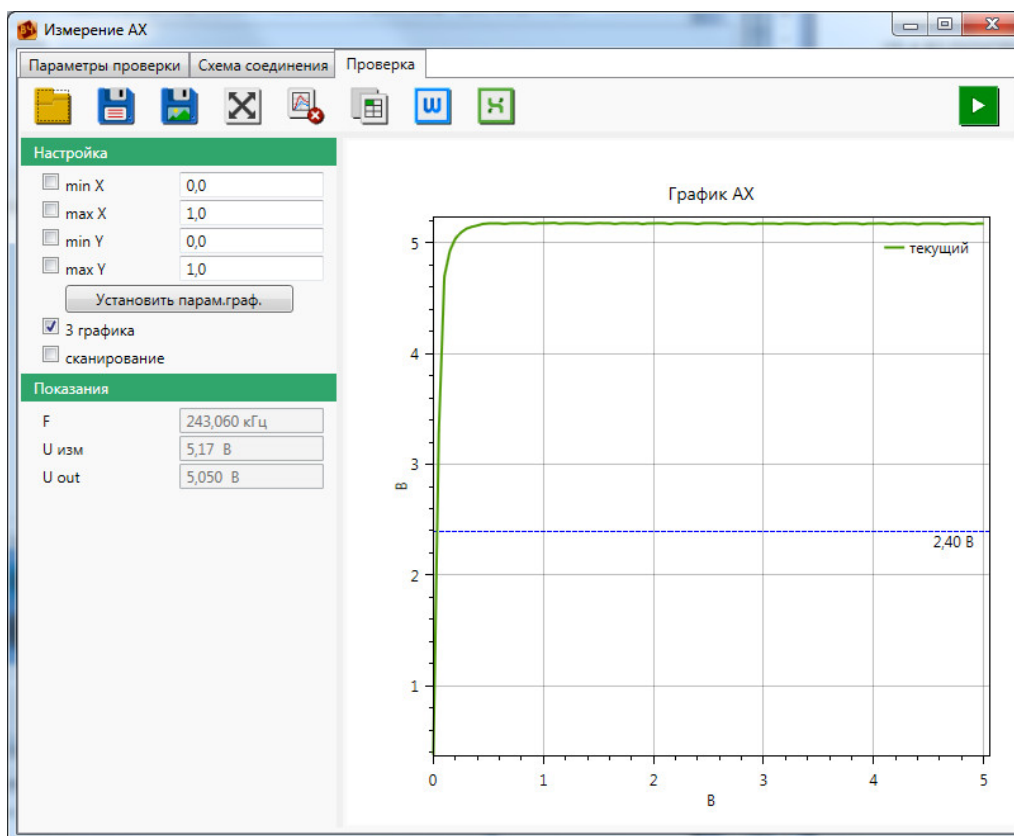


Рисунок 9.7.5.5 – Вид заключительного окна обработки снятой АХ

После того, как АХ снята (отснятые точки перестают ритмично появляться на графике АХ, а координатная сетка перестает самоподстраиваться под новые значения) – файл АХ создан, и теперь следует перейти к обработке экспериментальных результатов. Инструменты обработки результатов описаны в разделе 9.7.8.

9.7.6 ВЧ-заградитель

Измерение предназначено для того, чтобы в плановых мероприятиях энергообъектов достоверно измерять различные параметры ВЧ-заградителей, например:

- активную составляющую полного сопротивления ВЧ-заградителя;
- реактивную составляющую полного сопротивления ВЧ-заградителя;
- модуль полного сопротивления ВЧ-заградителя.

Для проведения работ необходимо:

- установить ВЧ-заградитель согласно установленным требованиям;
- установить необходимое расстояние между ВЧ-заградителем и РЕТОМ-ВЧ/64 (не более 1,5 м);
- подключить соединительные провода и кабели согласно рисунку 9.7.6.3;
- запустить проверку.

Для того, чтобы инициировать процесс измерения характеристик ВЧ-заградителя, необходимо в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1) дважды щелкнуть по кнопке «ВЧ-заградитель».

В ответ на экране появляется окно, где во вкладке «Дополнительно» следует однократно щелкнуть по пиктограмме ВЧ-заградитель. На первой вкладке «Параметры проверки» (рисунок 9.7.6.1) задаются: начальная частота диапазона, в котором проводятся измерения «Fмин», конечная частота этого диапазона «Fмакс», шаг по частоте – «шаг по F». Оператор может оставить в полях ввода цифры, находящиеся там по умолчанию, либо может скорректировать их по условиям конкретной проверки. Графически процедура измерения приведена на рисунке 9.7.6.2.

Вкладка «Схема соединения» – это схема-подсказка (рисунок 9.7.6.3), как правильно присоединиться к гнездам на лицевой панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64.

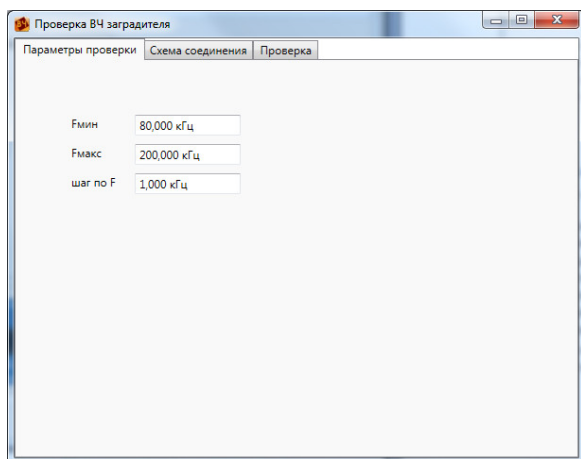


Рисунок 9.7.6.1 – Вкладка «Параметры проверки»

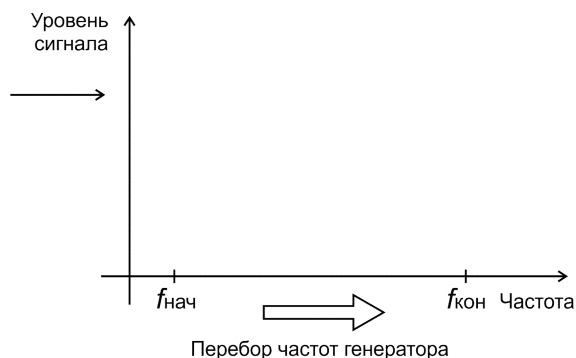


Рисунок 9.7.6.2 – Процедура измерения

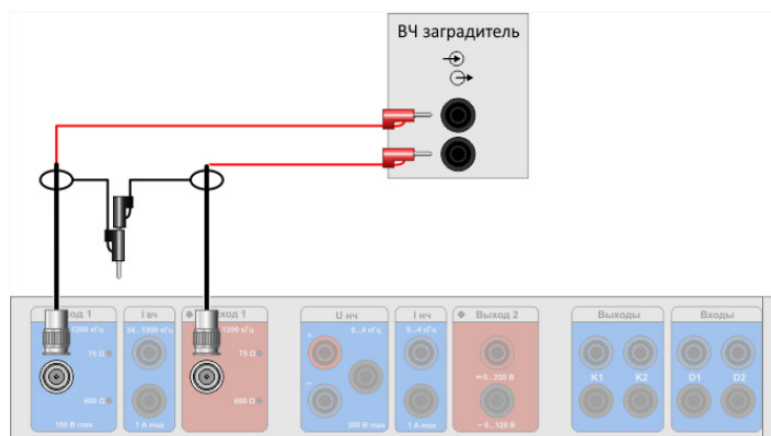


Рисунок 9.7.6.3 – Схема соединения

После того, как все соединения осуществлены в соответствии с рисунком, следует перейти во вкладку «Проверка».

На данной вкладке пока пустое поле для графика (рисунок 9.7.6.4) и ряд виртуальных кнопок управления, назначение которых приводится далее.

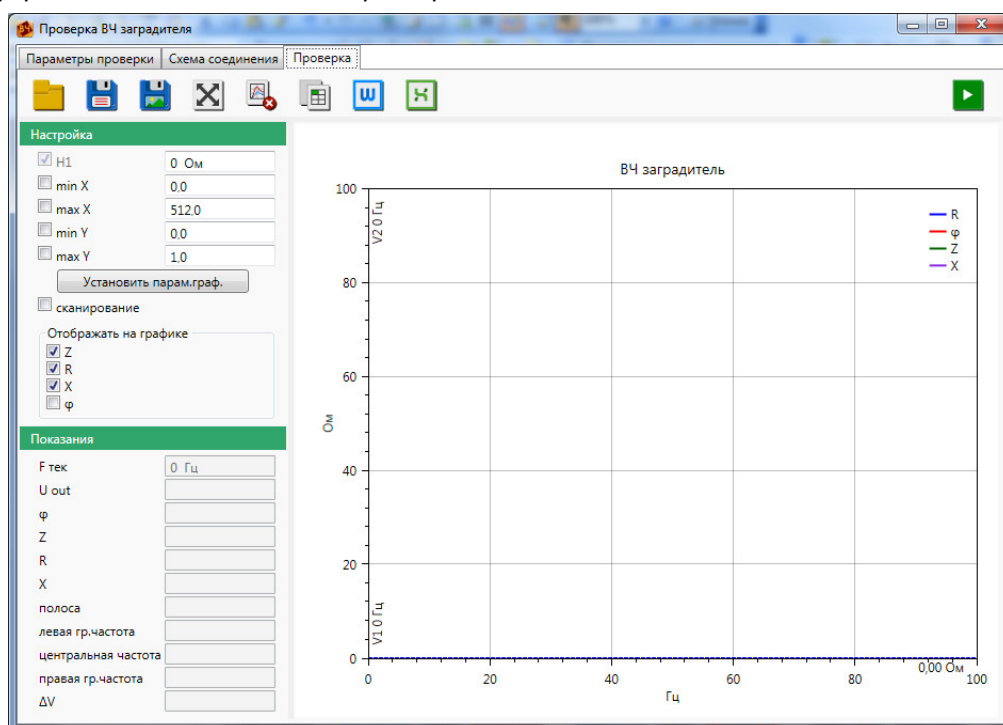


Рисунок 9.7.6.4 – Вид окна перед началом снятия характеристик ВЧ-заградителя

При появлении этого окна следует щелкнуть по кнопке «Старт» .

Программа предложит выполнить калибровку (рисунок 9.7.6.5).

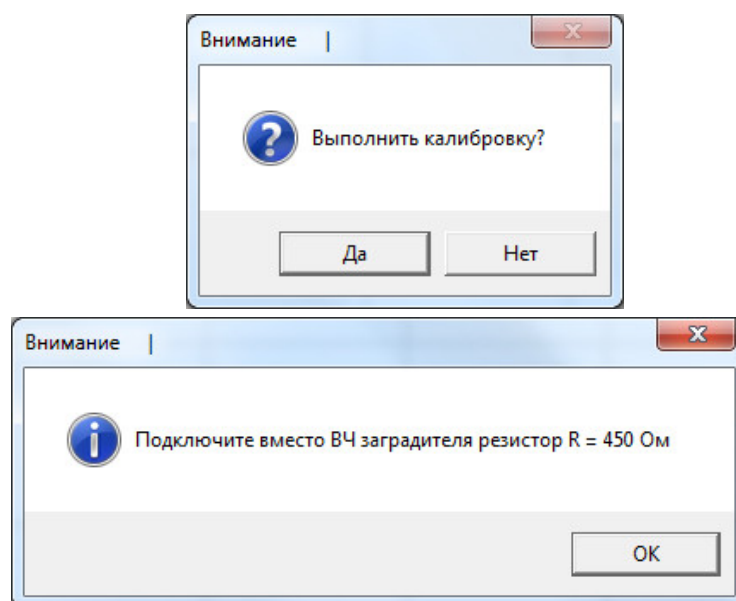


Рисунок 9.7.6.5 – Транспаранты программы

Проведение калибровки позволит уменьшить погрешность измерений за счет подключения измерительных кабелей на внешнюю эталонную нагрузку 450 Ом. В качестве нее может быть использован резистор R2 из состава магазина RLC. Результаты калибровки не сохраняются, указанные выше транспаранты (рисунок 9.7.6.5) появляются после каждого запуска проверки.

Последовательно нажимая кнопки «Да» и «ОК», запустится автоматизированная процедура проведения калибровки, по итогам которой появится транспарант о необходимости подключиться к ВЧ заградителю (рисунок 9.7.6.6).

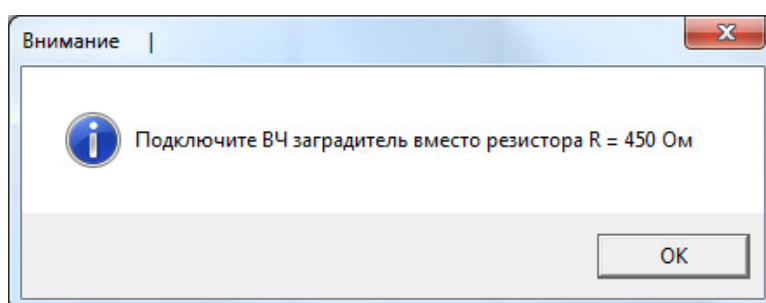


Рисунок 9.7.6.6 – Транспарант программы

После нажатия на кнопку «ОК» запускается процедура автоматизированного снятия характеристик ВЧ-заградителя в условиях, определенных оператором на предыдущих шагах. Процесс снятия характеристик ВЧ-заградителя сопровождается появлением отснятых точек на графике и изменением частот в окошке «Fтек» в поле «Показания». Кроме того, происходит и самонастройка (перерисовка под новые данные) осей координат. В любой момент оператор, если он в процессе измерения увидит сомнительные результаты, может щелкнуть по кнопке «Стоп» , чтобы проверить правильность своих указаний компьютеру или правильность схемы соединения.

После того, как характеристики ВЧ-заградителя сняты (отснятые точки перестают ритмично появляться на графике, а координатная сетка перестает самоподстраиваться под новые значения) – файл с характеристиками ВЧ-заградителя создан, и теперь следует перейти к об-

работке экспериментальных результатов. Инструменты обработки результатов описаны в разделе 9.7.8.

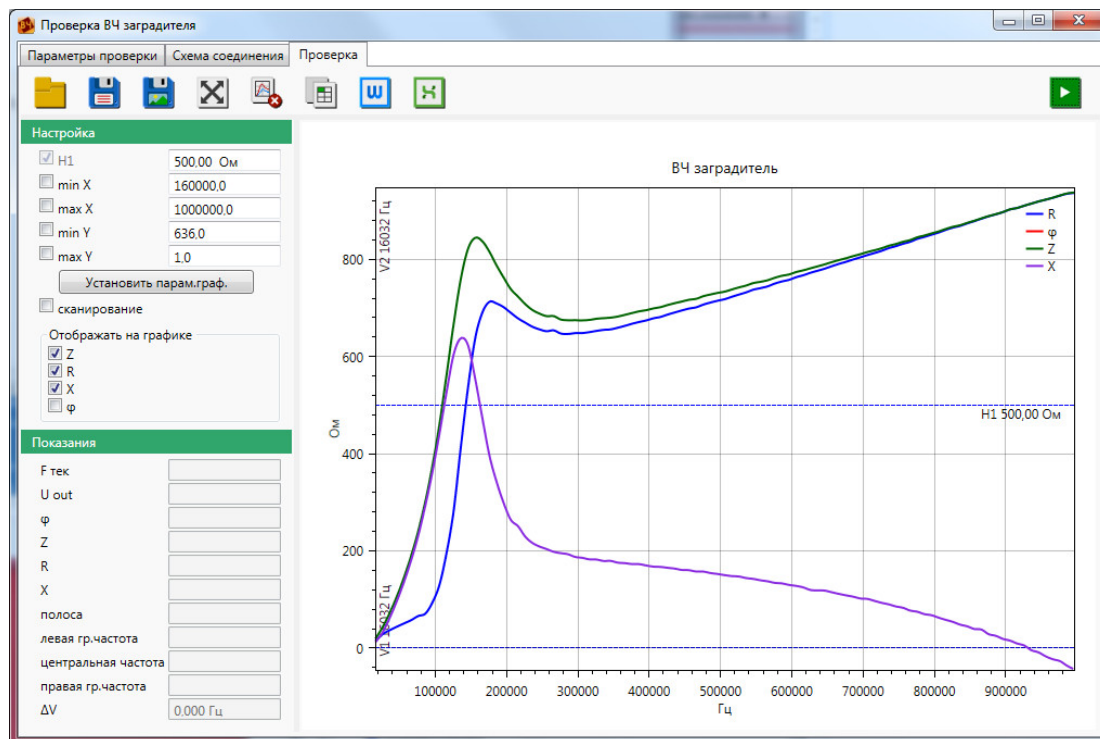


Рисунок 9.7.6.7 – Вид заключительного окна обработки снятой характеристики ВЧ-заградителя

9.7.7 Фильтр присоединения

Измерение предназначено для того, чтобы в плановых мероприятиях энергообъектов достоверно измерять различные параметры фильтров присоединения (далее по тексту – ФП), например:

- частотную характеристику полного сопротивления со стороны ВЧ кабеля;
- частотную характеристику затухания со стороны кабеля;
- частотную характеристику полного сопротивления со стороны линии;
- частотную характеристику затухания несогласованности со стороны линии.

Далее описана проверка частотной характеристики полного сопротивления со стороны ВЧ кабеля, описание остальных проверок не приводится по причине аналогичности действий по подготовке и запуску проверок.

Для проведения работ необходимо:

- подключить соединительные провода и кабели согласно рисунку 9.7.7.3;
- запустить проверку.

Для того, чтобы инициировать процесс измерения характеристик ФП необходимо в разделе «Автоматические проверки» (рисунок 9.5.1) дважды щелкнуть по кнопке «ФП».

В ответ на экране появляется окно, где во вкладке «Дополнительно» следует однократно щелкнуть по соответствующим пиктограммам проверок. На первой вкладке «Параметры» проверки (рисунок 9.7.7.1) задаются: начальная частота диапазона, в котором проводятся измерения «Fмин», конечная частота этого диапазона «Fмакс», шаг по частоте – «шаг по F», напряжение, выдаваемое с генератора «U» и «Время измерения». Оператор может оставить в полях ввода и выбора цифры, находящиеся там по умолчанию, либо может скорректировать их по условиям конкретной проверки. В поле выбора «Время измерения» задается темп измерений/обновлений показаний. Графически процедура измерения приведена на рисунке 9.7.7.2.

Вкладка «Схема соединения» – это схема-подсказка (рисунок 9.7.7.3), как правильно присоединиться к гнездам на лицевой панели устройства РЕТОМ-ВЧ/64.

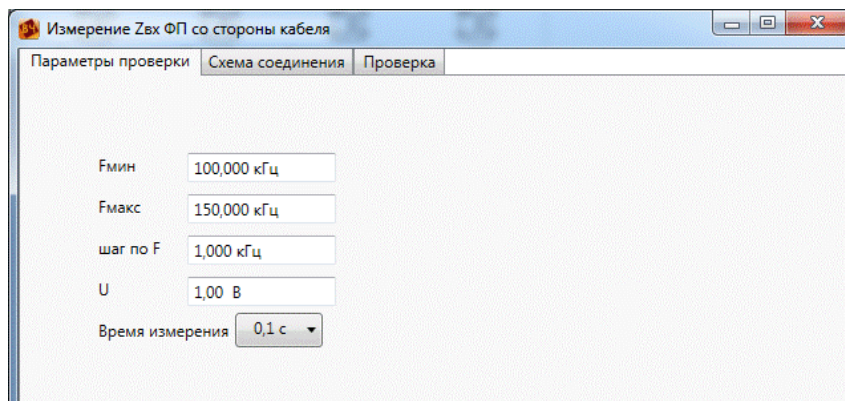


Рисунок 9.7.7.1 – Вкладка «Параметры проверки»

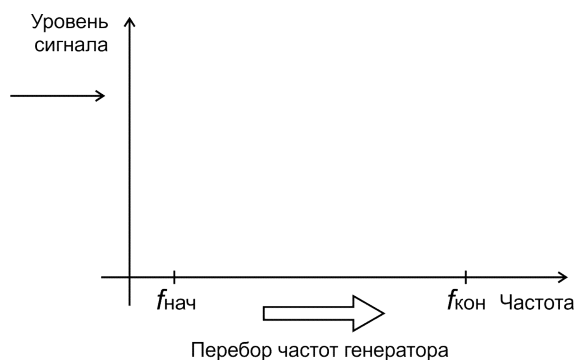


Рисунок 9.7.7.2 – Процедура измерения

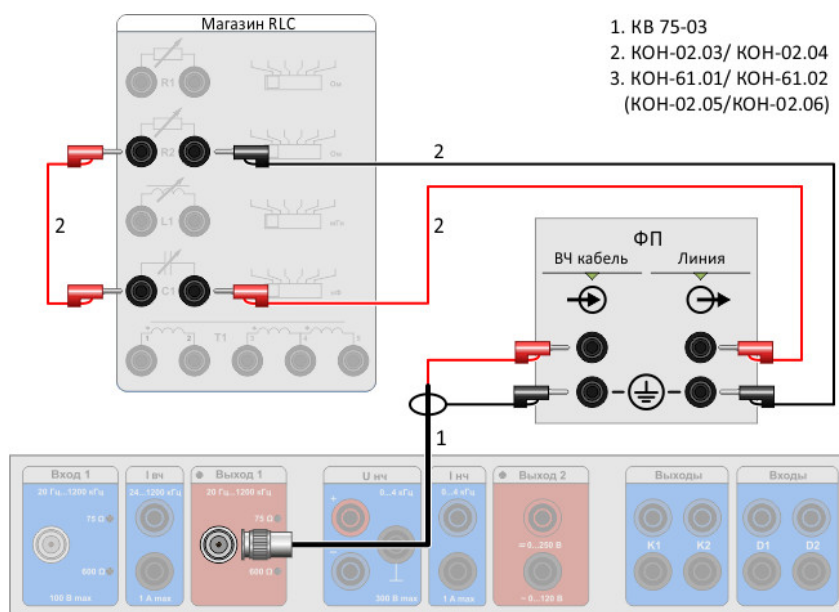


Рисунок 9.7.7.3 – Схема соединения

После того, как все соединения осуществлены в соответствии с рисунком, следует перейти во вкладку «Проверка».

На данной вкладке пока пустое поле для графика (рисунок 9.7.7.4) и ряд виртуальных кнопок управления, назначение которых приводится далее.

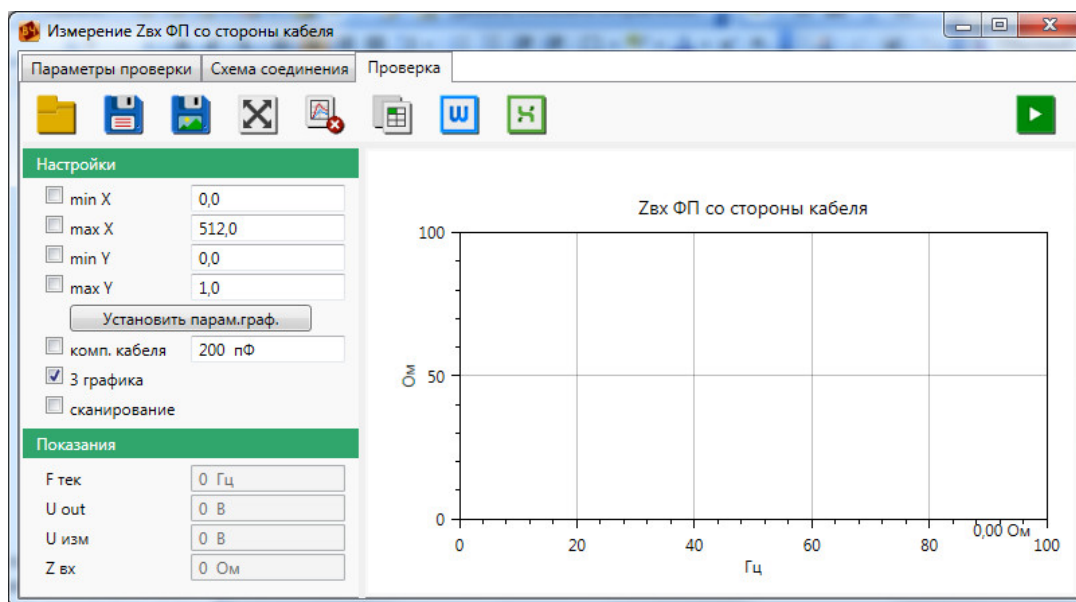


Рисунок 9.7.7.4 – Вид окна перед началом снятия характеристики

При появлении этого окна следует щелкнуть по кнопке «Старт» , после чего запускается процедура автоматизированного снятия характеристики ФП в условиях, определенных оператором на предыдущих шагах. Процесс снятия характеристики ФП сопровождается появлением отснятых точек на графике и изменением частот в окошке «Fтек» в поле «Показания». Кроме того, происходит и самонастройка (перерисовка под новые данные) осей координат. В любой момент оператор, если он в процессе измерения увидит сомнительные результаты, может щелкнуть по кнопке «Стоп» , чтобы проверить правильность своих указаний компьютеру или правильность схемы соединения.

После того, как характеристики ФП сняты (отснятые точки перестают ритмично появляться на графике, а координатная сетка перестает самоподстраиваться под новые значения) – файл с характеристиками ФП создан, и теперь следует перейти к обработке экспериментальных результатов. Инструменты обработки результатов описаны в разделе 9.7.8.

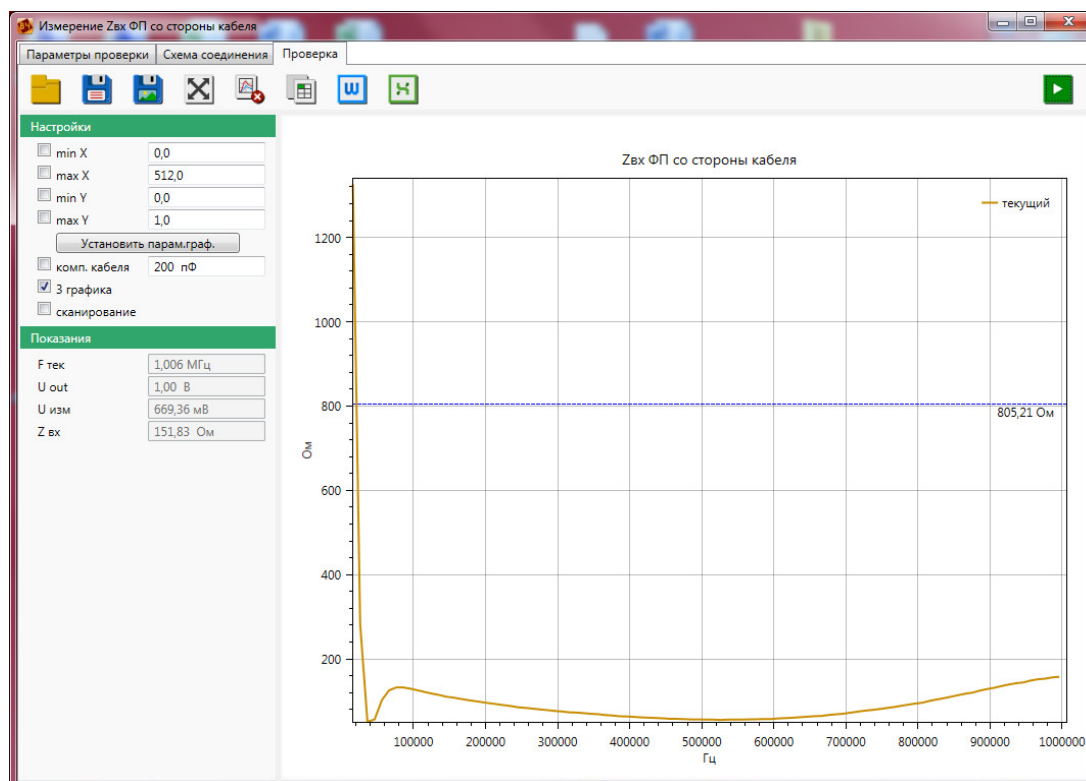


Рисунок 9.7.7.5 – Вид заключительного окна обработки снятой характеристики ФП

9.7.8 Инструменты обработки результатов

В заключительном окне проверок могут быть представлены следующие виртуальные инструменты обработки результатов:

- кнопка «3 дБ». Эта кнопка служит для отсчета полосы пропускания по уровню 3 дБ. Первое нажатие на эту кнопку устанавливает планку на 3 дБ ниже максимального значения снятой характеристики (при отображении графика в «В»). В результате на мониторе планки появляются верхняя и нижняя граничные частоты, а также полоса пропускания полосового фильтра. Если же фильтр заграждающий (режекторный), то следует нажать на кнопку еще раз. Планка установится при этом на 3 дБ выше минимального значения характеристики. Поэтому, если в заключительном окне виден выраженный "овраг", то второй щелчок позволит определить верхнюю и нижнюю граничные частоты и полосу заграждения;
- кнопка «Авто масштаб» – автоматическое масштабирование снятой характеристики;
- кнопка «Однократно» – однократная отрисовка графика;
- кнопка «Старт цикл» – циклическое снятие графика. Эта функция позволяет снимать характеристику в режиме, приближенном к реальному времени;
- кнопка «Отображать в». Из раскрывающегося списка можно выбрать отображаемую на графике величину, например, «В», «дБм», «дБн», «дБ»;
- кнопка «Стереть график» – стирает ранее построенные графики;
- поля «Fц» и «полоса» предназначены для ввода параметров, необходимых для расчета неравномерности АЧХ в заданной полосе;
- галочка и поле «Н1» – позволяют выставить планку для определения полосы пропускания на произвольную величину, например, для определения полосы пропускания фильтра присоединения;
- кнопка «Уточнение» – выводит на экран окно уточненного измерения АЧХ, где можно, ориентируясь на уже измеренную АЧХ, уточнить частотный диапазон и шаг изменения частоты для второго прохода;
- для ручного масштабирования графика, детализации и удобства представления массива данных после измерения предназначены поля ввода:

min X (Минимум по X)	}	определяют правую-левую и верхнюю-нижнюю границы координатного поля и позволяют рассмотреть снятую характеристику «под лупой» или, напротив, «издали»
max X (Максимум по X)		
min Y (Минимум по Y)		
max Y (Максимум по Y)		
- кнопка «Установить парам.граф» позволяет внести изменения в границы координатного поля, заданные в соответствующих полях ввода;
- галочка «комп. кабеля» позволяет увеличить точность измерений за счет учета ёмкости кабеля;
- галочка «3 графика» позволяет построить графики с тремя разными цветами в одной системе координат;
- галочка «сканирование». Установка этой галочки приводит к непрерывному построению графиков в режиме «генератора качающейся частоты», необходимом для настройки фильтров и отслеживания внесенных изменений по изменениям на характеристике;
- кнопка «Сохранить» - сохранение проведенных измерений. При нажатии появляется окно сохранения, в котором следует указать компьютеру, где сохранить и как назвать создаваемый файл;
- кнопка «Загрузить» - воспроизведение ранее измеренной и сохранённой проверки. При нажатии появляется окно «Открытие файла». Здесь необходимо найти ранее сохраненный файл, выбрать его (щелкнуть мышью) и нажать кнопку «Открыть». Далее во вкладке «Проверка» разворачивается сохраненный файл. Файлы имеют расширение:
 - АЧХ – *.afc;
 - Панорамы сигналов – *.panorama;
 - Осциллограммы – *.oscil_adc1;
 - Осциллограммы RMS-сигнала – *.oscil_adc1_rms;
 - AX – *.ax;
 - Характеристика ВЧ-заградителя – *.rz;
 - Характеристика ФП – *.фп_A_к, *.фп_Zvx_к, *.фп_Zvx_л, *.фп_A_л;

- кнопка «Сохранить как картинку» - сохранение графика с расширением *.png. В ответ появляется окно «Сохранение файла». Здесь необходимо дать файлу название и нажать на кнопку «Сохранить»;
- галочки «Z», «R», «X», «Ф» – отрисовка соответствующих графиков;
- указатель + монитор указателя. Данное измерительное средство позволяет получить координаты любой точки на графике. Чтобы активировать (извлечь) монитор указателя, достаточно щелкнуть по любой точке координатной сетки на графике. В ответ рядом с указателем появляется надпись с координатами острия указателя. Указатель со своим монитором удобен, когда характеристика имеет сложный вид с несколькими всплесками и провалами;
- если требуется увеличить фрагменты характеристики, нажимаем правую клавишу мыши и устанавливаем курсор на желаемый фрагмент графика, а колёсиком прокрутки масштабируем фрагмент. Также можно нажать на колесо мыши и, удерживая его, провести по той части графика, которую мы хотим увеличить;
- для того, чтобы распечатать график, можно щелкнуть правой кнопкой мыши по координатному полю графика и в появившемся меню щелкнуть по надписи «Печать графика»;
- кнопка «Таблица». Щелчок по данной кнопке выводит окно с таблицей результатов измерения;
Для извлечения таблицы с результатами измерения требуется два действия:
 - щелчок правой кнопкой по координатной сетке (рабочему полю);
 - щелчок по строке Таблица на появившемся контекстном меню;
 Если выполнить щелчок правой кнопки мыши по таблице, появится контекстное меню с пунктами:

<i>Копировать</i>	→	копирование предварительно выделенной в таблице информации;
<i>Просмотр и печать</i>	→	открытие окон с таблицей(-ами) и графиком(-ами) для предварительного просмотра, внесения необходимых изменений и отправки на печать;
<i>Экспорт таблицы</i>	→	экспортирование таблицы и графика в Word или таблицы в Excel по выбору пользователя.
- кнопка «Экспортировать в Word». Щелчок по данной кнопке позволяет провести экспортирование таблицы и графика в Word;
- кнопка «Экспортировать в Excel». Щелчок по данной кнопке позволяет провести экспортирование таблицы в Excel.

10 Правила хранения и транспортирования

Устройство РЕТОМ-ВЧ/64 с блоками, входящими в комплекс, до ввода в эксплуатацию следует хранить в помещении при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности до 80 % при плюс 25 °С.

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержания коррозионно-активных агентов атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

Устройство РЕТОМ-ВЧ/64 с блоками, входящими в комплекс, транспортировать в закрытых транспортных средствах любого вида. При транспортировании самолетом изделия должны быть размещены в отопливаемых герметизированных отсеках.

После транспортировки изделий с мороза в теплое помещение, перед работой необходимо, чтобы изделия прогрелись до комнатной температуры. Для этого необходимо выдержать их в нормальных климатических условиях не менее 4-х часов.

Условия транспортирования в части воздействия механических факторов – по группе С ГОСТ 23216-78, в части воздействия климатических факторов – 3 (ЖЗ) по ГОСТ 15150-69.

В период хранения необходимо периодически, не реже 1 раза в 6 месяцев, заряжать магазин затуханий ВЧА-75М и ВЧ тестер ВЧТ-25М до уровня заряда 70-80%.

11 Сведения об утилизации

Материалы и комплектующие изделия, применяемые при изготовлении комплекса, не оказывают вредного влияния на окружающую среду, за исключением элементов питания (в составе ВЧТ-25М и ВЧА-75М). Выполнение требований обеспечивается схемотехническими решениями и конструкцией изделия.

Изношенные элементы питания подлежат сбору и транспортировке на специализированные предприятия для последующей утилизации.