УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента

телекоммуникаций

_____ С.Г. Ярушкин

" _____" _____ 20____ г.

УСТРОЙСТВО ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЕ

Инструкция по настройке

ЖНКЮ.460449.008 И1

Главный конструктор

_____ В.В. Дохтуров

" _____" _____ 20____ г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв.№	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Перв. примен. ЖНКЮ.464422.043

Справ. №

Содержание

1 Общие положения ... 3

2 Подготовка рабочего места, средств измерений, контрольного и вспомогательного оборудования к работе ... 5

3 Настройка и программирование модема ЖНКЮ.467769.022 ... 6

3.1 Визуальный и электрический контроль ... 6

3.2 Проверка напряжения в контрольных точках модема ... 6

3.3 Запись программного обеспечения модема ... 6

4 Настройка передающего тракта модема ... 12

4.1 Проверка диапазона перестройки аттенюатора в передающем тракте модема ... 12

4.2 Настройка смещения постоянной составляющей ... 15

4.3 Настройка коррекции квадратуры ... 17

5 Проверка работоспособности модема по оптическому интерфейсу ... 19

6 Настройка ППУ ... 20

6.1 Калибровка передатчика ППУ ... 20

6.2 Проверка калибровки передатчика ППУ по мощности ... 22

6.3 Калибровка приемника ППУ ... 24

6.4 Проверка чувствительности приемника ППУ ... 28

6.5 Проверка работы ППУ по "шлейфу СВЧ": ... 30

Приложение А (обязательное) Перечень средств измерений, контрольного и вспомогательного оборудования ... 31

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв.№

Подп. и дата

Инв. № подл.

1 Общие положения

1.1 Настоящая инструкция по настройке устанавливает последовательность настройки устройств приемо-передающих:

– 6РМ+ ЖНКЮ.464422.065, ЖНКЮ.464422.067;

– 6,5РМ+ ЖНКЮ.464422.091, ЖНКЮ.464422.092;

– 7РМ+ ЖНКЮ.464422.213, ЖНКЮ.464422.214;

– 8РМ+ ЖНКЮ.464422.313, ЖНКЮ.464422.314;

– 11РМ+ ЖНКЮ.464422.413, ЖНКЮ.464422.414;

– 13РМ+ ЖНКЮ.464422.513, ЖНКЮ.464422.514;

– 15РМ+ ЖНКЮ.464422.615, ЖНКЮ.464422.616

(далее − ППУ).

Примечание – Настоящая инструкция по настройке распространяется на все исполнения перечисленных ППУ, за исключением ЖНКЮ.464422.213-10:15, ЖНКЮ.464422.214-10:15, ЖНКЮ.464422.313-10:17, ЖНКЮ.464422.314-10:17.

1.2 К настройке ППУ допускается подготовленный персонал, изучивший настоящую инструкцию, "Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок", руководства (инструкции) по эксплуатации оборудования и средств измерений.

1.3 При настройке ППУ следует руководствоваться настоящей инструкцией, руководствами (инструкциями) по эксплуатации контрольного оборудования и средств измерений, сборочными чертежами на соответствующее ППУ.

1.4 При получении ППУ проверить:

– наличие заводского номера и подписей исполнителей предыдущих операций в маршрутном паспорте;

– внешний вид ППУ на соответствие сборочному чертежу и отсутствие дефектов.

1.5 При обнаружении дефектов, отсутствии заводского номера и (или) подписей исполнителей предыдущих операций в маршрутном паспорте к настройке не приступать, а ППУ вернуть на место проведения предыдущей операции, сделав соответствующие отметки в маршрутном паспорте.

1.6 При обнаружении несоответствия параметров ППУ требованиям настоящей инструкции руководствоваться СМК "Управление несоответствующей продукцией" СТО ЖНКЮ.023-2018.

1.7 При соответствии параметров ППУ требованиям настоящей инструкции, заполнить маршрутный паспорт и передать ППУ на следующую операцию.

1.8 Настройку ППУ проводить в нормальных климатических условиях:

– температура окружающей среды от плюс 15 °С до плюс 35 °С;

– атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);

– относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %.

1.9 Перечень средств измерений, контрольного и вспомогательного оборудования, необходимых для настройки ППУ, приведен в таблицах А.1, А.2 (приложение А).

2 Подготовка рабочего места, средств измерений, контрольного и вспомогательного оборудования к работе

2.1 Подготовить к работе средства измерений и оборудование в соответствии с руководствами (инструкциями) по эксплуатации на них.

3 Настройка и программирование модема ЖНКЮ.467769.022-11

3.1 Визуальный и электрический контроль

3.1.1 Провести визуальный контроль модема ЖНКЮ.467769.022-11 (далее – модем) на соответствие сборочному чертежу ЖНКЮ.467769.022-11 СБ, на отсутствие дефектов (механические повреждения и некачественная пайка).

3.1.2 Установить мультиметр в режим измерения сопротивления. Проконтролировать с помощью мультиметра отсутствие короткого замыкания (сопротивление меньше 1 Ом) между контактом GND и контактами "-48 В", "-5 В", "+3,8 В", "+6 В", "+15 В".

3.1.3 Для ППУ ЖНКЮ.464422.091 (-01:03), ЖНКЮ.464422.092 (-01:03) определить номинальное значение токозадающего резистора R214 в цепи питания модуля шлейфа. В случае, если номинальное значение резистора равно 0, заменить его на 2,4 кОм.

3.2 Проверка напряжения в контрольных точках модема

3.2.1 К соединителю XP9 модема подключить источник питания и подать напряжение минус 48 В. Напряжение контролировать мультиметром.

3.2.2 С помощью мультиметра измерить напряжения питания модема "+3,8 В" и "+6 В" на соединителе XP10.

3.2.3 С помощью мультиметра измерить напряжение питания в контрольных точках "−5 В", "+15 В", "+3,8 В" модема на соединителе XP11.

Результат проверки считать положительным, если измеренные значения напряжений отличаются от указанных не более, чем на 5 %.

3.3 Запись программного обеспечения модема

3.3.1 Общие положения записи программного обеспечения модема

3.3.1.1 Для записи программного обеспечения (далее – ПО) модема требуются:

– папка с файлами для записи ПО загрузчика микроконтроллера, находящаяся по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\P500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\Bootloader*. Для платы преобразователя интерфейсов USB ЖНКЮ.468153.022 использовать файл *prog_v2*;

– программа управления, находящаяся по ссылке *\\fort\firmware\Control\Control.exe*;

– файл с ПО микроконтроллера, находящийся по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\P500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\CPU\cpu.mfrm*;

– файл с ПО микросхемы ПЛИС, находящийся по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\P500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\FPGA\fpga.mfrm*;

– файл содержащий полный объём ПО модема, находящийся по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\Р500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\full.mfrm*.

3.3.2 Запись загрузчика микроконтроллера

3.3.2.1 Включить источник питания.

3.3.2.2 Подключить к соединителю JTAG (XP2) модема преобразователь интерфейсов ЖНКЮ.469349.001.

3.3.2.3 Запустить через командную строку или файловый менеджер "FAR" файл *prog_v2.bat* для записи ПО загрузчика микроконтроллера.

3.3.2.4 Проконтролировать результат записи ПО загрузчика микроконтроллера. Пример лога[1] приведен на рисунке 1.

```
 0* lpc1768.cpu        cortex_m3  little lpc1768.cpu        running
adapter_nsrst_assert_width: 10
adapter_nsrst_delay: 2
trst_and_srst srst_pulls_trst srst_gates_jtag trst_push_pull srst_open_drain
target state: halted
target halted due to debug-request, current mode: Thread
xPSR: 0x61000000 pc: 0x00008b54 psp: 0x2007db00
789 kHz
96000
auto erase enabled
wrote 32768 bytes from file boot.bin in 4.140625s (7.728 KiB/s)
verified 32640 bytes in 0.281250s (113.333 KiB/s)
Info : JTAG tap: lpc1768.cpu tap/device found: 0x4ba00477 (mfg: 0x23b, part:
Info : JTAG tap: auto.tap1.fpga1 tap/device found: 0x13636093 (mfg: 0x049, pa
target state: halted
target halted due to breakpoint, current mode: Thread
xPSR: 0x61000000 pc: 0x100010ee psp: 0x2007db00
shutdown command invoked
```

Рисунок 1

3.3.2.5 Выключить источник питания.

3.3.3 Запись ПО модема

3.3.3.1 Включить источник питания.

3.3.3.2 К соединителю XS1 модема с помощью кабеля соединительного USB.2.0 A "вилка" − USB Type-C 5pin "вилка" подключить персональный компьютер. Запустить программу управления «Control».

3.3.3.3 В программе управления нажать на кнопку "New device" и в выпадающем списке выбрать пункт "Transceiver" → "0xB500 – Project R500", как показано на рисунке 2.

[1]Лог − протокол системных событий, происходящих при работе ПО.

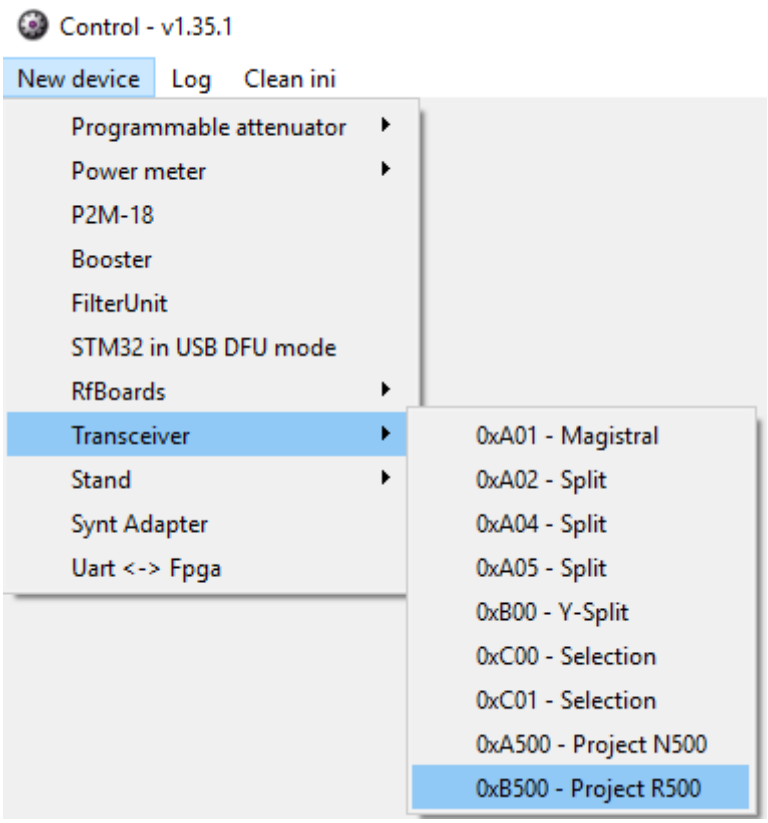


Рисунок 2

3.3.3.4 Нажать на кнопку "0xB500 - Project R500:0:None" и в выпадающем списке выбрать пункт "Configure interface…", как показано на рисунке 3.

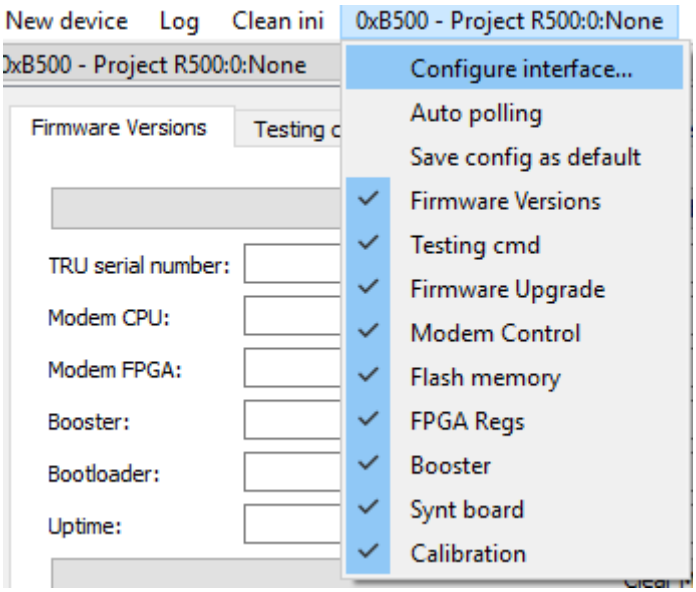


Рисунок 3

3.3.3.5 В открывшемся окне в выпадающем списке "COM port name" выбрать COM-порт, который появился при подключении модема к персональному компьютеру, как показано на рисунке 4.

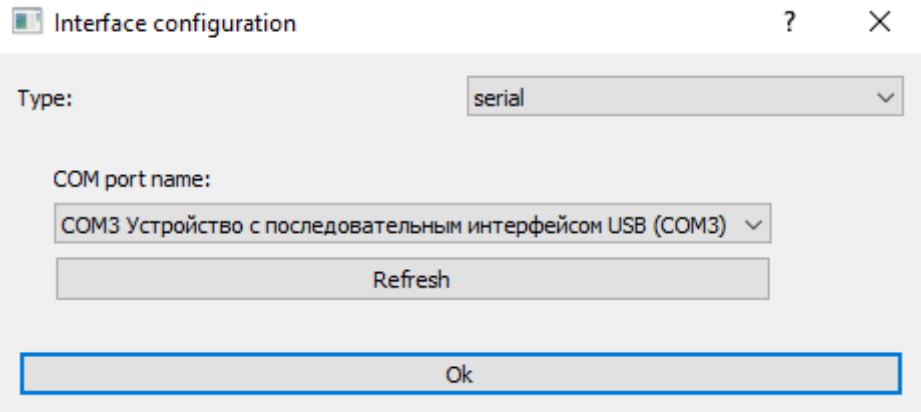


Рисунок 4

3.3.3.6 Нажать кнопку "Ok".

3.3.3.7 Перейти на вкладку "Firmware upgrade". В поле "CPU firmware file" нажать кнопку "Open". Выбрать файл содержащий полный объём ПО модема.

3.3.3.8 Загрузить ПО в модем нажатием кнопки "Upgrade.

3.3.3.9 Дождаться окончания загрузки ПО в модем.

3.3.3.10 После окончания записи ПО выключить питание источника на время не менее 5 с.

3.3.3.11 Дождаться окончания процесса загрузки модема. Время первого запуска составляет около 7 мин.

3.3.4 Запись памяти EEPROM

3.3.4.1 Перейти на вкладку "Flash memory".

3.3.4.2 В выпадающем списке "Modification" выбрать частотный диапазон настраиваемой ППУ.

3.3.4.3 В выпадающем списке "Variant" выбрать исполнение настраиваемой ППУ.

3.3.4.4 Нажать клавишу "Check and update" и проверить соответствие записываемых частот, отображенных в поле "Frequencies", частотам, указанным на этикетке.

3.3.4.5 В поле "TRU serial number" ввести серийный номер ППУ.

3.3.4.6 Записать память EERPROM нажатием кнопки "Write".

3.3.4.7 Перезагрузить ППУ кратковременным выключением источника питания.

3.3.5 Запись ПО передатчика ППУ

3.3.5.1 В программе управления "Control" перейти на вкладку "Booster" → "Firmware upgrade".

3.3.5.2 В поле "Firmware file:" выбрать файл ПО передатчика в зависимости от платы.

Для передатчика с платой контроля и управления ЖНКЮ.469339.491 файл ПО находится по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\Р500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\Booster\0x420 - 469339.491\booster_0x420.bin*;

Для передатчика с платой питания ЖНКЮ.469339.598 файл ПО находится по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\Р500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\Booster\0x421 - 469339.598\booster_0x421.bin*;

Для передатчика с платой питания ПРД ЖНКЮ.469335.798 файл ПО находится по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\Р500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\Booster\0x422 - 469339.798\booster_0x422.bin*.

3.3.5.3 После окончания записи ПО откроется вкладка управления передатчиком с названием 0x420, 0x421, 0x422 в зависимости от выбора файла ПО в процессе записи.

3.3.5.4 Для передатчиков 0x421 и 0x422: перейти на вкладку "0x421 (0x422)" → "Flash memory"

3.3.5.5 Для передатчика 0x421: нажать кнопку "Read" и сохранить значение "DAC0" и "DAC1".

3.3.5.6 Нажать кнопку "Load from file" и выбрать файл EEPROM в соответствии с установленным передатчиком.

Для передатчика с платой питания ЖНКЮ.469339.598 файл EEPROM находится по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\Р500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\Booster\0x421 - 469339.598\EEPROM_0x421.bin*;

Для передатчика с платой питания ПРД ЖНКЮ.469335.798 файл EEPROM находится по ссылке *\\mix\dtk\ПО ДТК\Р500\ППУ РМ+ Split\актуальное ПО\Booster\0x422 - 469339.798\EEPROM_0x422.bin*;

3.3.5.7 В появившемся окне на запрос "Rewrite the flash memory" подтвердить запись памяти EEPROM, нажав на кнопку "Yes";

3.3.5.8 Для передатчика 0x421 значения "DAC0" и "DAC1", сохранённые в 3.3.5.5, записать в поля "DAC0" и "DAC1" соответственно.

3.3.5.9 Нажать кнопку "Write".

3.3.5.10 Перезагрузить ППУ кратковременным выключением источника питания.

3.3.6 Настройка напряжения 8V_reg

3.3.6.1 Для корректной работы передатчика необходимо подстроить напряжение питания оконечного каскада усилителя мощности (8V_reg). Для передатчика 0x420 напряжение должно быть в диапазоне от 7 до 7,4 В. Для передатчика 0x421 напряжение должно быть в диапазоне от 9,5 до 10,2 В. Для передатчика 0x422 напряжение должно быть в диапазоне 5,5 до 6,2 В.

3.3.6.2 Перейти на вкладку "Modem control".

3.3.6.3 В поле "vreg 8v" записать значение "FFFF". Проконтролировать значение напряжения 8V_reg с помощью мультиметра на контактах 4, 5 соединителя XP2 источника питания ЖНКЮ.436734.035.

3.3.6.4 Уменьшая значение в поле "vreg 8v" добиться требуемого напряжения питания оконечного каскада усилителя мощности в соответствии с 3.3.6.1.

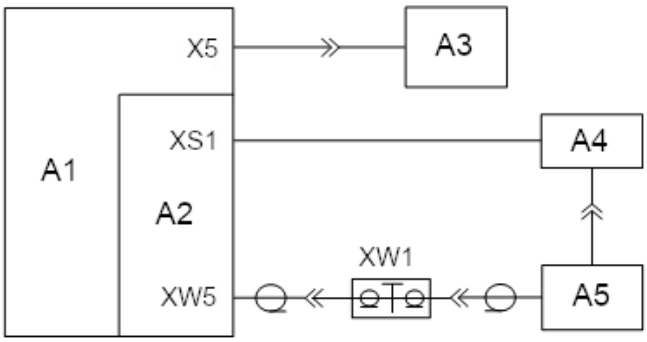
3.3.6.5 Полученное значение ввести в поле "V8REG" на вкладке "Flash memory".

3.3.6.6 Записать EEPROM, нажав кнопку "Write".

4 Настройка передающего тракта модема

4.1 Проверка диапазона перестройки аттенюатора в передающем тракте модема

4.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 5.



A1 – ППУ;

A2 – модем;

A3 – источник питания;

A4 – персональный компьютер;

A5 – измеритель мощности;

XW1 – переход ПК2-18-11Р-13

Рисунок 5

4.1.2 Подать с источника питания напряжение минус 48 В на соединитель X5 ППУ.

4.1.3 В поле "Control" деактивировать чек-бокс "Modulator auto off" и в выпадающем списке "Modulator" выбрать "On", как показано на рисунке 6.

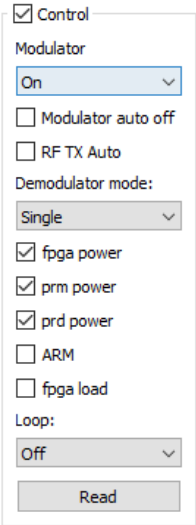


Рисунок 6

4.1.4 В поле "Services" деактивировать чек-бокс "Power tune enable", как показано на рисунке 7.

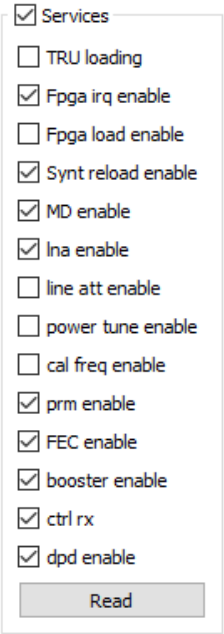


Рисунок 7

4.1.5 В поле "PRD" находящееся в поле "Attenuator", показанного на рисунке 8, значение "0" и нажать кнопку "Write". С помощью измерителя мощности проконтролировать мощность сигнала промежуточной частоты (далее − ПЧ) на выходе модема. Мощность сигнала должна быть не более минус 32 дБм.

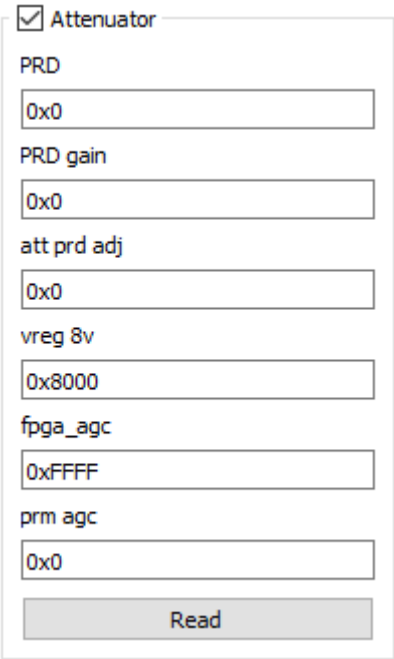


Рисунок 8

4.1.6 Установить в поле "Attenuator RF TX" значение "FFFF" и нажать кнопку "Write". С помощью измерителя мощности проконтролировать мощность сигнала ПЧ на выходе модема. Значение мощности сигнала должно быть (минус 3 ± 2) дБм.

4.2 Калибровка передающего тракта модема

4.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 5.

4.2.2 В программе управления нажать на кнопку "New device" и в выпадающем списке выбрать "M3M-18", как показано на рисунке 9.

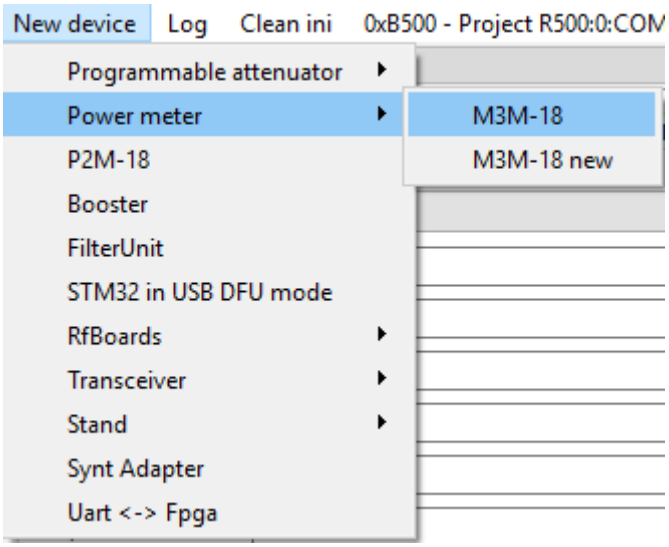


Рисунок 9

4.2.3 Во вкладке "M3M-18:0:None" нажать на кнопку "M3M-18:0:None" и в выпадающем списке выбрать пункт "Select COM port…", как показано на рисунке 10.

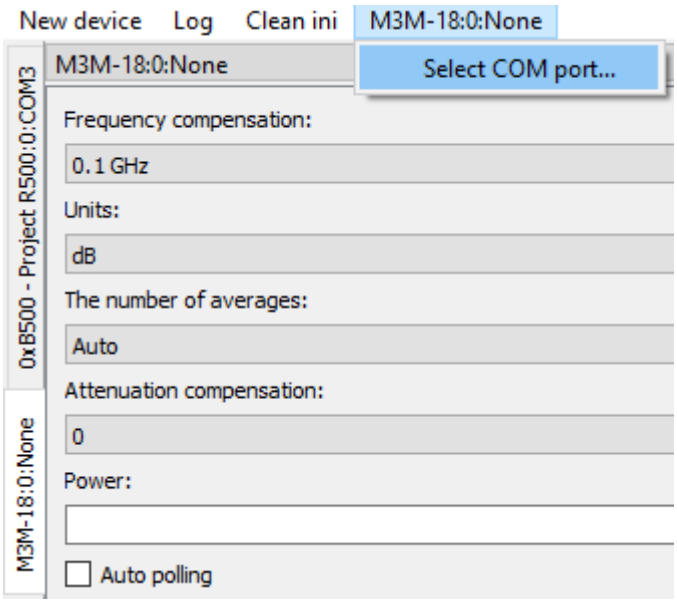


Рисунок 10

4.2.4 В открывшемся окне в выпадающем списке "COM port name" выбрать COM-порт, который появился при подключении измерителя мощности М3М-18 к персональному компьютеру.

4.2.5 Нажать на кнопку "Ok".

4.2.6 Перейти на вкладку управления ППУ ("0xB500 – Project R500)"

4.2.7 Перейти на вкладку "Calibration".

4.2.8 Перейти на вкладку "Transmitter power detector"

4.2.9 Нажать на кнопку "Calibrate". Начнётся процесс калибровки передатчика ППУ. Процесс калибровки занимает от 2 до 4 мин. По окончании калибровки отобразится график калибровочной характеристики.

4.2.10 Типовой график калибровочной характеристики модема приведён на рисунке 11.

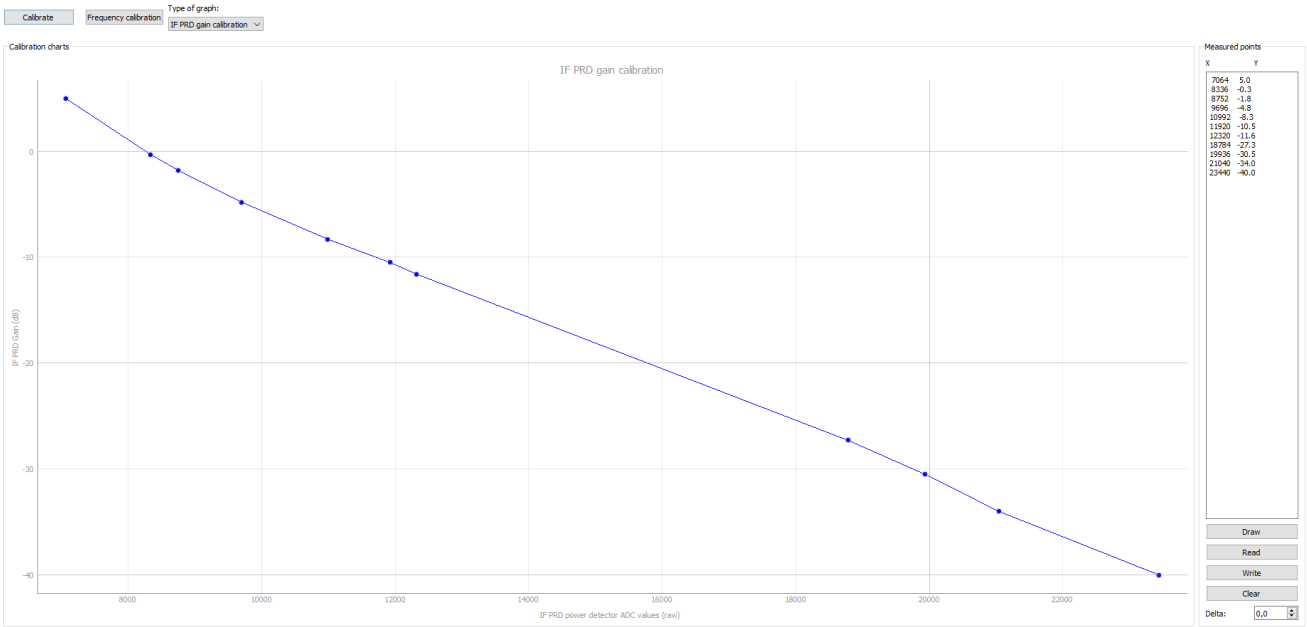


Рисунок 21

4.3 Настройка смещения постоянной составляющей

4.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 7. Вместо измерителя мощности подключить анализатор спектра через кабель СВЧ КСА20А-13-13-1000 и переход ПК2-18-11-13Р.

4.3.2 Установить на анализаторе спектра:

– центральную частоту 1500 МГц;

– полосу сканирования 100 МГц;

– полосу фильтра ПЧ 100 кГц;

– видео фильтр 10 кГц.

4.3.3 На экране анализатора спектра появится спектр сигнала с выхода модема. Типовой спектр сигнала с выхода модема указан на рисунке 3.

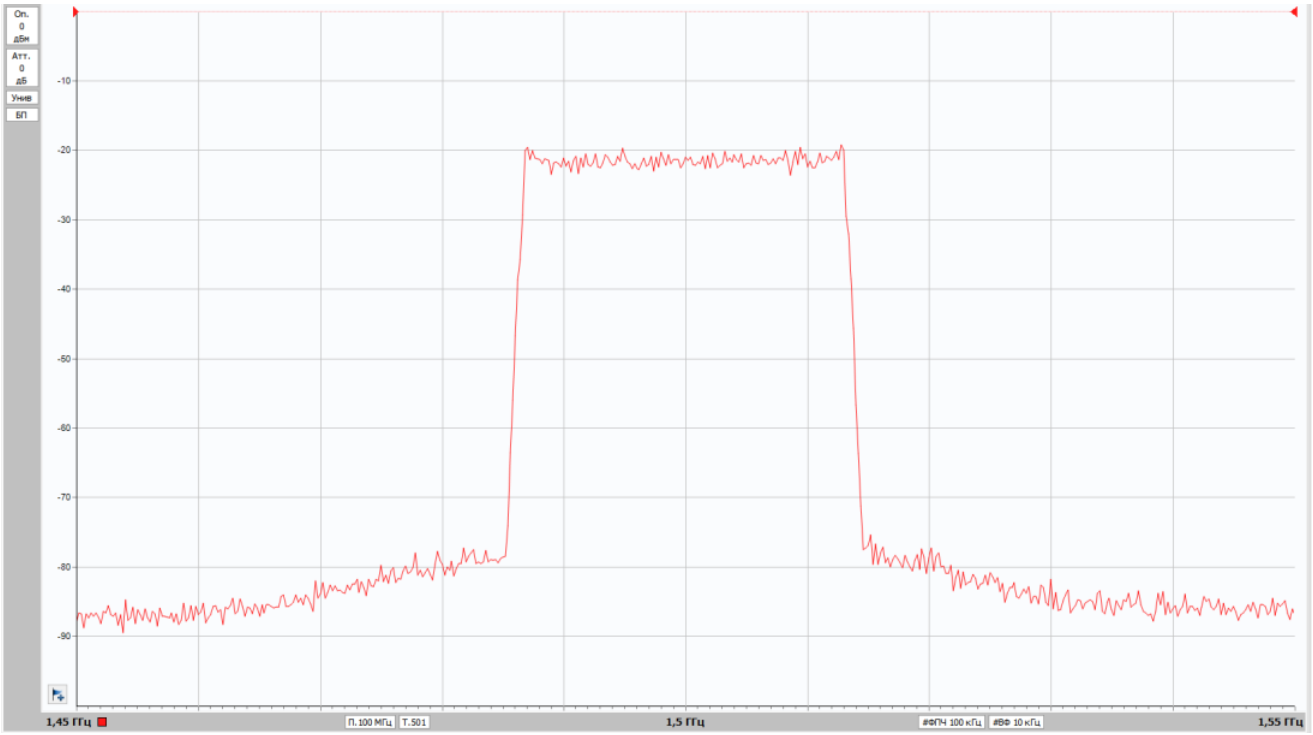


Рисунок 3

4.3.4 В программе управления в поле "Mod tune", показанного на рисунке 4, нажать кнопку "Read" (для чтения данных с EEPROM) и активировать чек-бокс "Pilot".

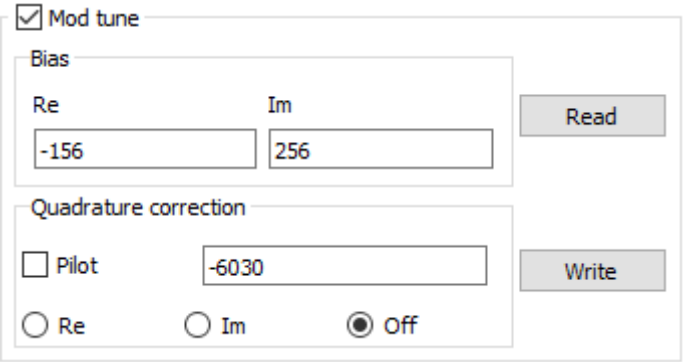


Рисунок 4

4.3.5 Изменяя с помощью клавишей клавиатуры "↑", "↓" поочерёдно значения полей "Re" и "Im", добиться минимального значения уровня несущей частоты и записать эти значения в памяти EEPROM модема, нажав кнопку "Write". Уровень несущей частоты должен быть не более минус 40 дБ относительно уровня пилот-сигналов.

4.3.6 На рисунке 5 изображен типовой спектр сигнала после подавления несущей.

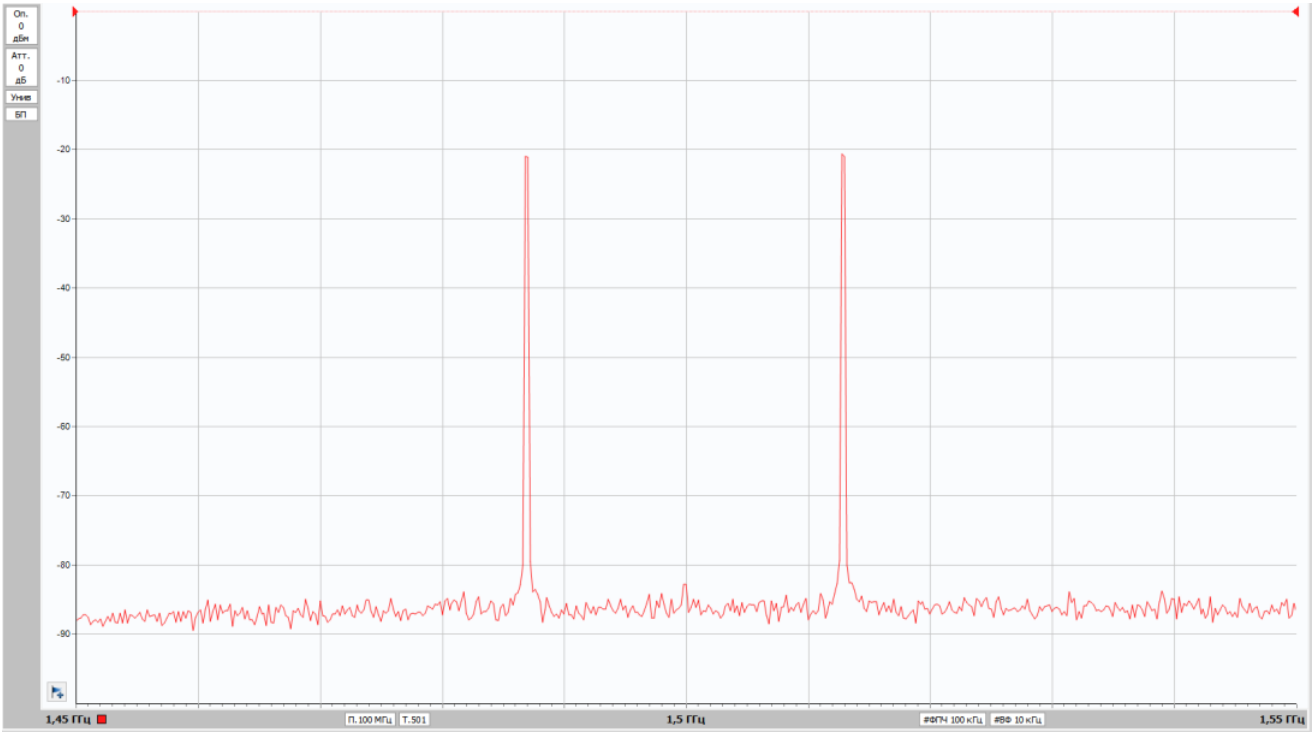


Рисунок 5

4.4 Настройка коррекции квадратуры

4.4.1 В поле "Mod tune" активировать радиокнопку "Re". С помощью анализатора спектра измерить относительный уровень между пилот-сигналами. На рисунке 6 приведен типовой спектр сигнала в режиме пилотов с активированной радиокнопкой "Re".

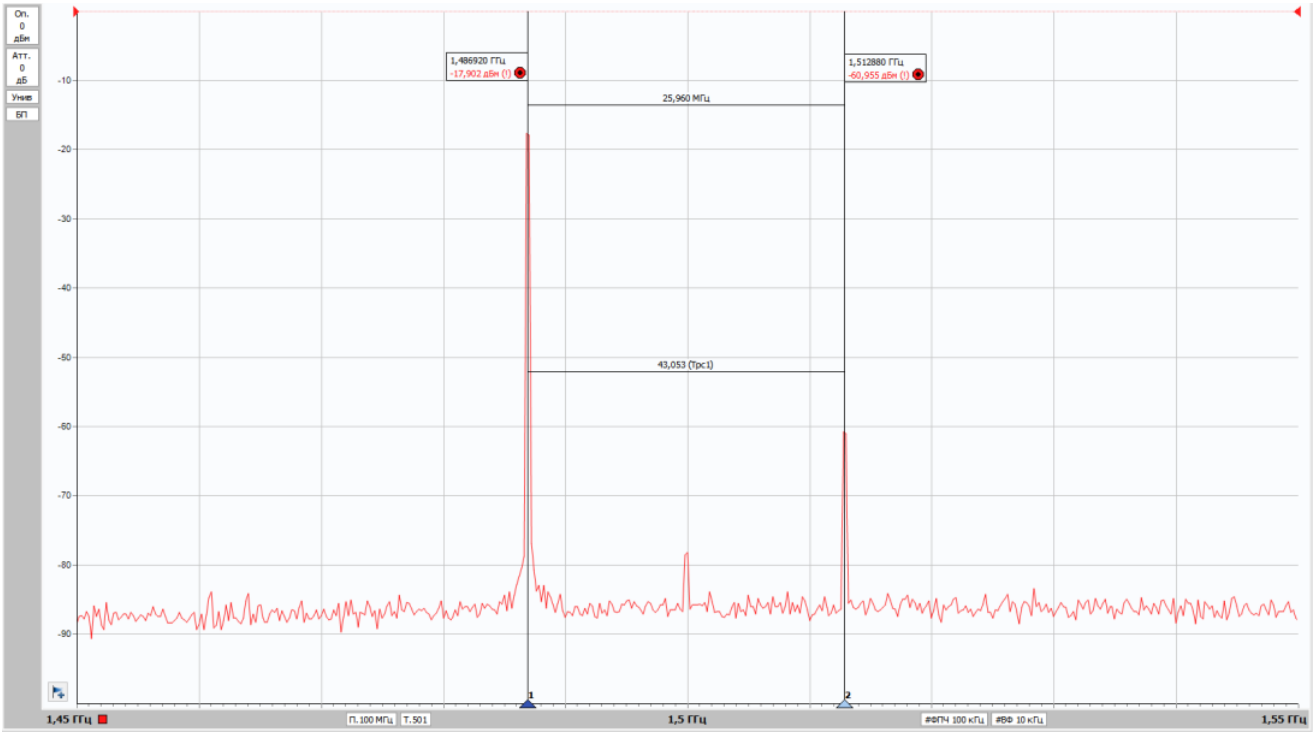


Рисунок 6

4.4.2 Активировать радиокнопку "Im". С помощью анализатора спектра измерить относительный уровень между пилот-сигналами. На рисунке 7 приведен типовой спектр сигнала в режиме пилотов с активированной радиокнопкой "Im".

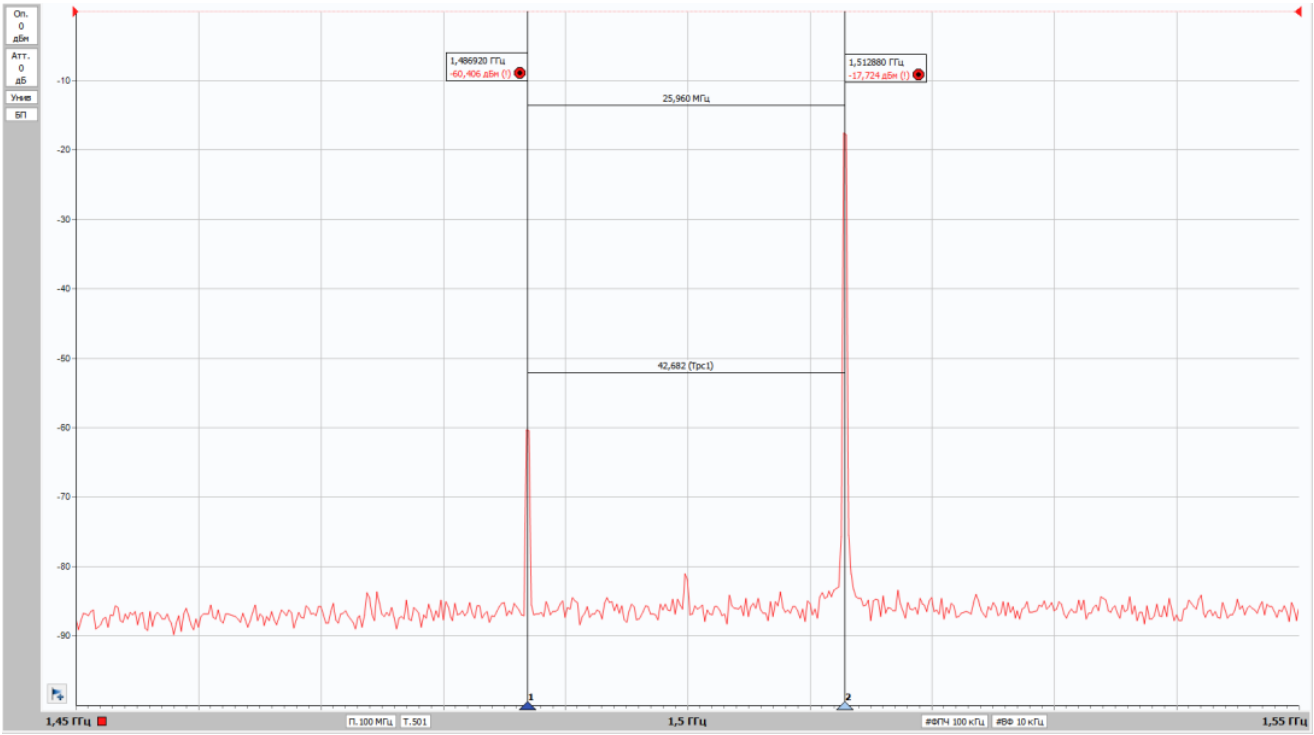


Рисунок 7

4.4.3 Если относительные уровни в 4.4.1 и 4.4.2 различаются, подобрать с помощью клавишей клавиатуры "↑","↓" значение коррекции в поле "Quadrature correction", при котором относительные уровни подавления будут одинаковы и не будут превышать уровня минус 40 дБ относительно уровня пилот-сигналов.

4.4.4 Записать значение коррекции квадратуры в EEPROM модема, нажав кнопку "Write".

4.4.5 Активировать радиокнопку "Off".

4.4.6 Деактивировать чек-бокс "Pilot".

5 Проверка работоспособности модема по оптическому интерфейсу

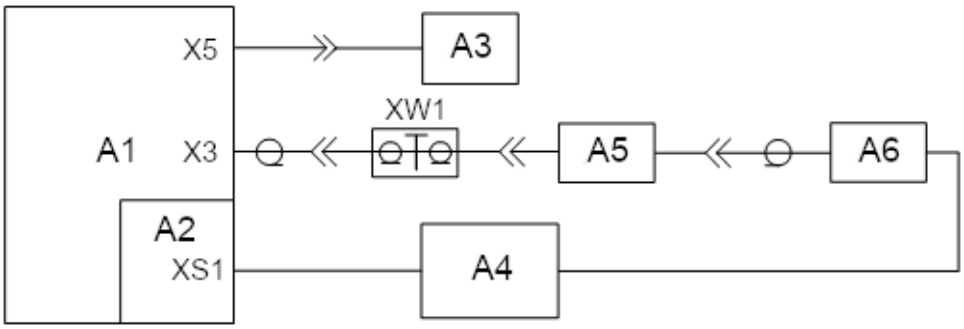
5.1 Подключить к оптическому соединителю микросхемы DD2 модема модуль доступа МД1-1РУ+4С ЖНКЮ.465624.029-ХХ (ЖНКЮ.465624.040-ХХ, где ХХ – номер исполнения) с помощью сборки кабельной оптической. К модулю доступа МД1-1РУ+4С подключить персональный компьютер с помощью кабеля соединительного USB A – USB B.

5.2 С помощью специального ПО "Мастер М" (либо сервисной утилиты "Fluto") проверить наличие связи модуля доступа МД1-1РУ+4С с модемом.

6 Настройка ППУ

6.1 Калибровка передатчика ППУ

6.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 8.



A1 – ППУ;

A2 – модем;

A3 – источник питания;

A4 – персональный компьютер;

A5 – аттенюатор 40 дБ;

A6 – измеритель мощности;

XW1 – переход ПК2-18-11Р-01

Рисунок 8

6.1.2 Подать с источника питания напряжение минус 48 В на соединитель X5 ППУ.

6.1.3 В программе управления в поле "Control" перейти на вкладку "Calibration" → "Booster power detector".

6.1.4 Нажать на кнопку "Calibrate". Начнётся процесс калибровки передатчика ППУ. Процесс калибровки занимает от 3 до 4 мин. По окончании калибровки отобразится график калибровочной характеристики.

6.1.5 Типовой график калибровочной характеристики для передатчика 0x420 приведён на рисунке 9.

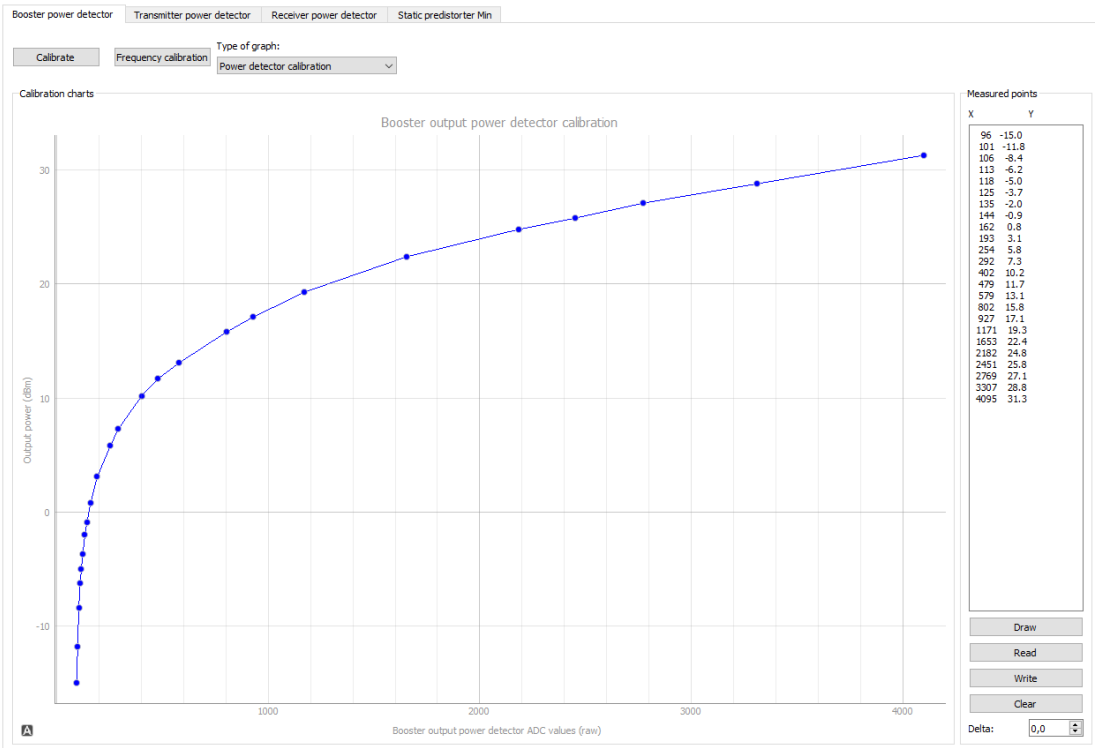


Рисунок 9

6.1.6 Типовой график калибровочной характеристики для передатчика 0x421 приведён на рисунке 10.

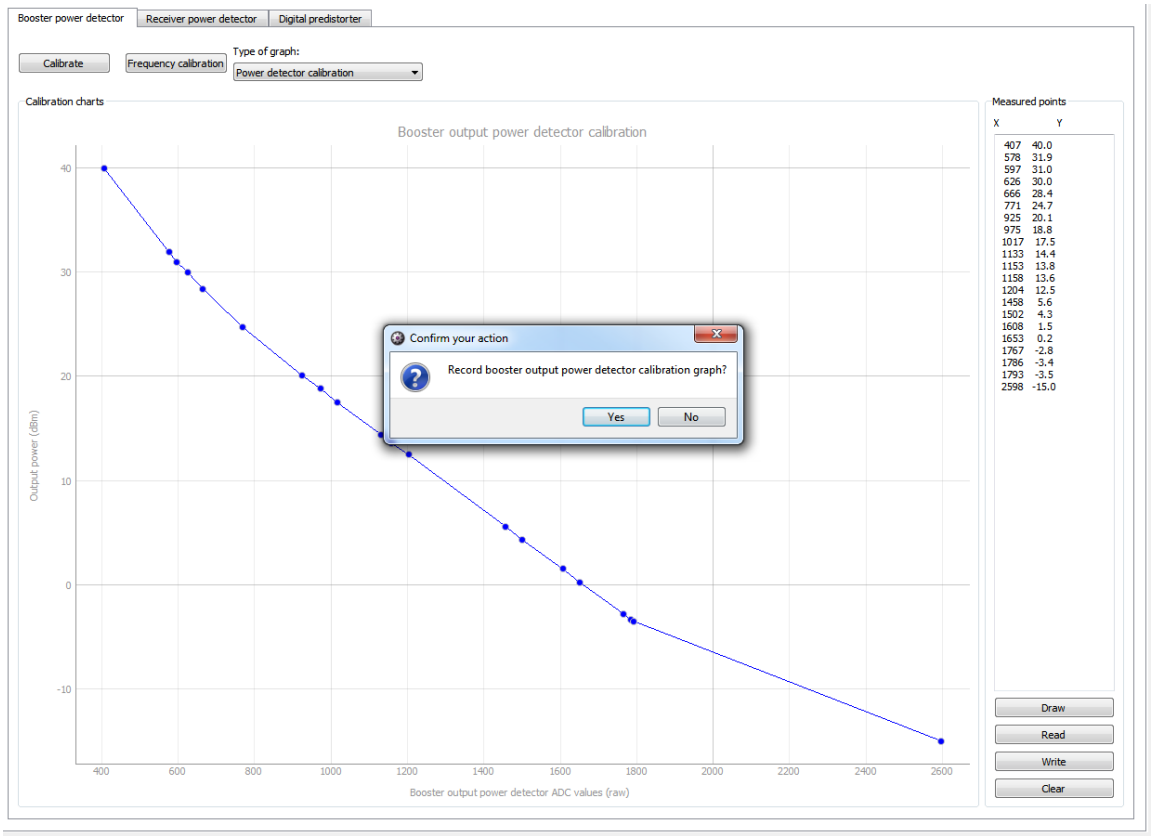


Рисунок 10

6.1.7 Типовой график калибровочной характеристики для передатчика 0x422 приведён на рисунке 11.

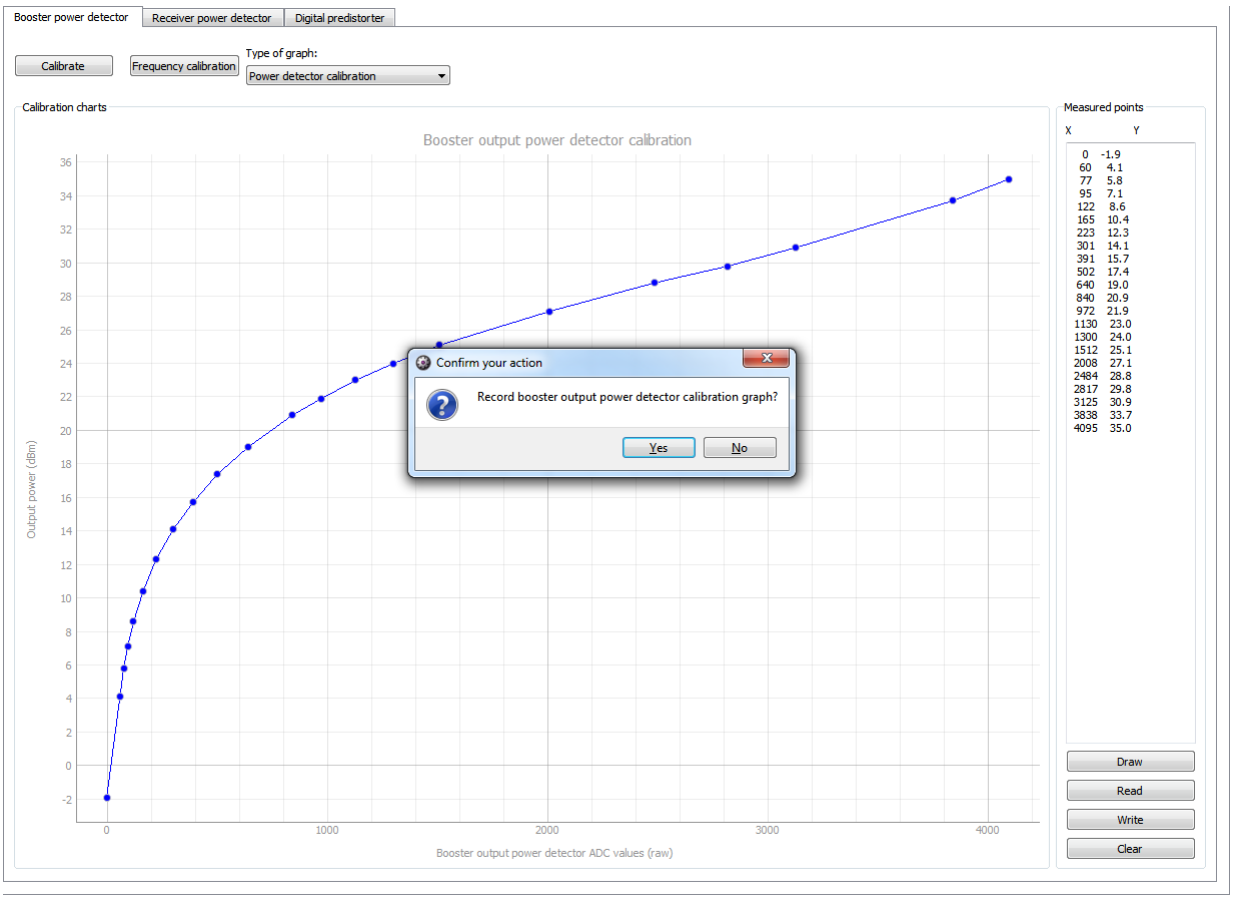


Рисунок 11

6.1.8 Если полученный по окончанию калибровки график отличается от типового, то отменить запись, нажав кнопку "No", и проверить передающий тракт ППУ.

6.2 Проверка калибровки передатчика ППУ по мощности

6.2.1 После калибровки перезагрузить ППУ кратковременным выключением источника питания.

6.2.2 В программе управления на вкладке "Modem control" в области "Control" деактивировать чек-бокс "Modulator auto off" и в выпадающем списке "Modulator" выбрать значение "On".

6.2.3 В выпадающем списке "Data rate | Bandwidth | Modulation" выбрать пункт "89,6Mb/s | 28MHz | QAM16" и в поле "Pout max" записать значение выходной мощности 28 дБм. Нажать клавишу "Enter", как показано на рисунке 12.

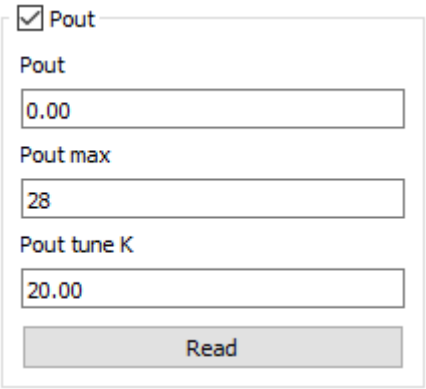


Рисунок 12

6.2.4 С помощью измерителя мощности проконтролировать мощность на выходе ППУ. При отклонении значения мощности более, чем на 0,5 дБ, выполнить калибровку согласно 6.1.

6.2.5 Проверить калибровку передатчика по мощности для остальных видов модуляции. Значение максимальной выходной мощности для разных видов модуляции приведено в таблице 1 и прописано в памяти EEPROM.

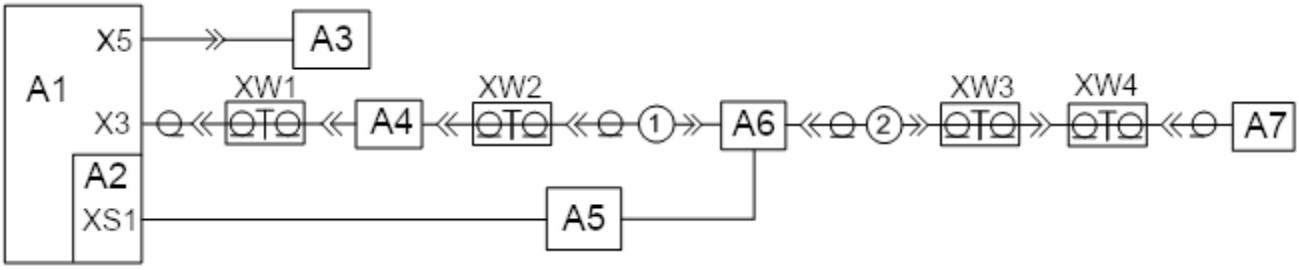
Т а б л и ц а 1 – Максимальная мощность сигнала на выходе передатчика ППУ

Диапазон частот, ГГц	Вид модуляции	Мощность сигнала, дБм	Предельное отклонение
6,0; 6,5; 7,0; 8,0; 11,0,	16-QAM	28	± 2
	32-QAM	27	
	64-QAM	26	
	128-QAM	25	
	256-QAM	24	
	512-QAM	23	
	1024-QAM	23	
13,0; 15,0	16-QAM	27	
	32-QAM	26	
	64-QAM	25	
	128-QAM	24	
	256-QAM	23	
	512-QAM	22	
	1024-QAM	22	

6.3 Калибровка приемника ППУ

6.3.1 Для калибровки приемника используются два ППУ. ППУ1 работает в качестве источника сигнала для калибруемого ППУ2. Уровень входного сигнала ППУ2 изменяется перестраиваемым аттенюатором.

6.3.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 13.



A1 – ППУ1;

A2 – модем ППУ1;

A3 – источник питания;

A4 – аттенюатор 40 дБ;

A5 – персональный компьютер;

A6 – аттенюатор перестраиваемый;

A7 – измеритель мощности;

XW1 – переход ПК2-18-11Р-01;

XW2, XW3 – переход ПК2-18-11-13Р;

XW4 – переход ПК2-18-11Р-11Р,

1, 2 – кабель СВЧ КСА20А-13-13-1000

Рисунок 13

6.3.3 Подать с источника питания напряжение минус 48 В на соединитель X5 ППУ1.

6.3.4 В программе управления нажать на кнопку "New device" и в выпадающем списке выбрать "Programmable attenuator". Далее выбрать тип аттенюатора, используемый в процессе калибровки, как показано на рисунке 14. В качестве примера используется аттенюатор Д66М-18-11Р.

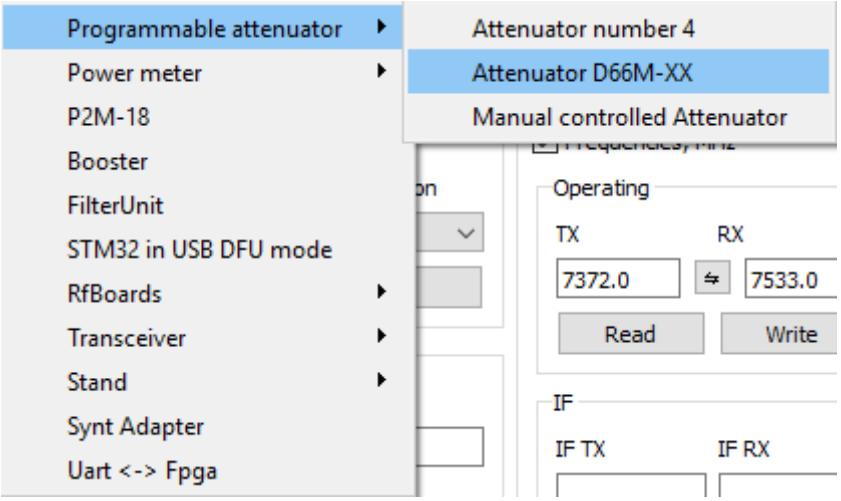


Рисунок 14

6.3.5 Во вкладке "Attenuator D66M-XX:0:None" нажать на кнопку "Attenuator D66M-XX: 0: None" и в выпадающем списке выбрать пункт "Select COM port…", как показано на рисунке 15.

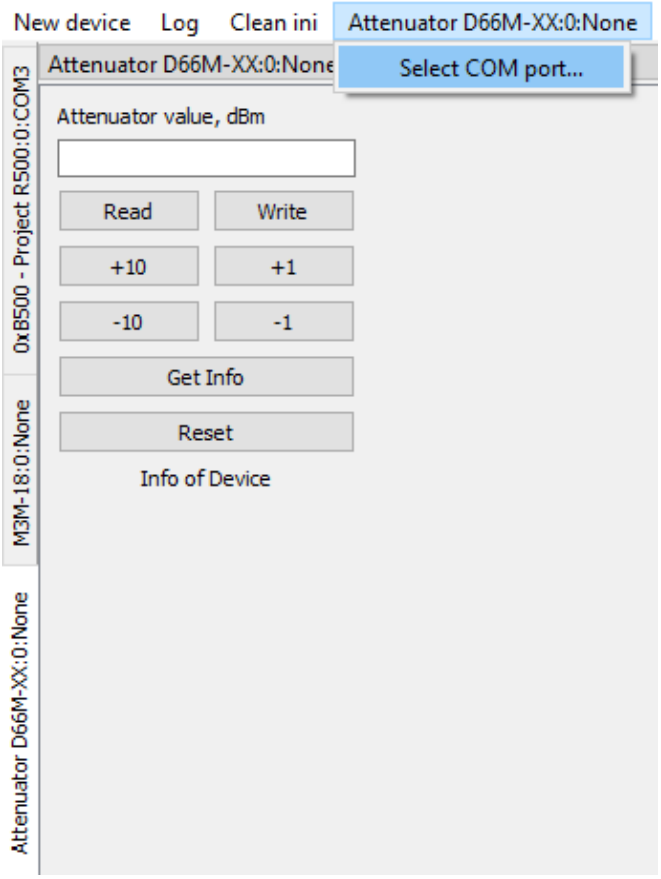


Рисунок 15

6.3.6 В открывшемся окне в выпадающем списке "COM port name" выбрать COM-порт, который появился при подключении аттенюатора Д66М-18-11Р к персональному компьютеру. Нажать на кнопку "Ok".

6.3.7 В поле "Control" деактивировать чек-бокс "Modulator auto off" и в выпадающем списке "Modulator" выбрать "On".

6.3.8 В области "Frequencies, MHz" заполнить поля "Operating", записав в них рабочие частоты в поле "TX" для передатчика, в поле "RX" для приемника. Нажать кнопку "Write". Пример заполнения приведён на рисунке 16.

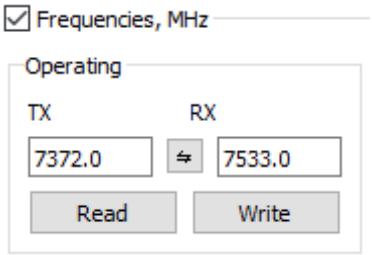
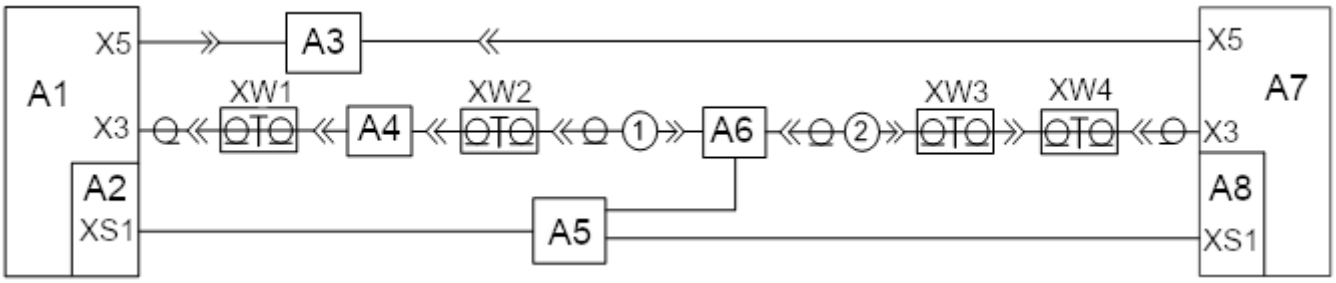


Рисунок 16

6.3.9 В поле установки мощности передатчика, действуя согласно 6.2.3, установить вид модуляции 16-QAM, подобрать такое значение выходной мощности ППУ1, чтобы значение детектируемой мощности на входе ППУ2 составляло (минус 20 ± 0,5) дБм. Мощность на входе ППУ2 проконтролировать с помощью измерителя мощности.

6.3.10 Собрать схему в соответствии с рисунком 17.



A1 – ППУ1;

A2 – модем ППУ1;

A3 – источник питания;

A4 – аттенюатор 40 дБ;

A5 – персональный компьютер;

A6 – аттенюатор перестраиваемый;

A7 – ППУ2;

A8 – модем ППУ2;

XW1 – переход ПК2-18-11Р-01;

XW2, XW3 – переход ПК2-18-11-13Р;

XW4 – переход ПК2-18-11Р-01;

1, 2 – кабель СВЧ КСА20А-13-13-1000

Рисунок 17

6.3.11 В программе управления установить на ППУ2 вид модуляции 16-QAM и встречные частоты приема и передачи по отношению к ППУ1. Частоты будут встречными, если частота передачи ППУ1 будет совпадать с частотой приема ППУ2, а частота передачи ППУ2 будет совпадать с частотой приема ППУ1.

6.3.12 Проконтролировать наличие радиоканала между ППУ1и ППУ2, нажав кнопку "Read" во вкладке "Modem control" в области "State". Состояние радиоканала отображается в строке "Radio channel state".

6.3.13 Калибровать ППУ2, для чего перейти во вкладку "Calibration"→ "Receiver power detector". В поле "The reference level of the receiver at a value of 0 dB attenuator" вписать значение входной мощности для ППУ2 минус 20 дБм.

6.3.14 Нажать кнопку "Calibration". Процесс калибровки занимает примерно 1,5 мин. По окончанию калибровки отобразится калибровочная характеристика приемника ППУ. Типовая калибровочная характеристика приведена на рисунке 18.

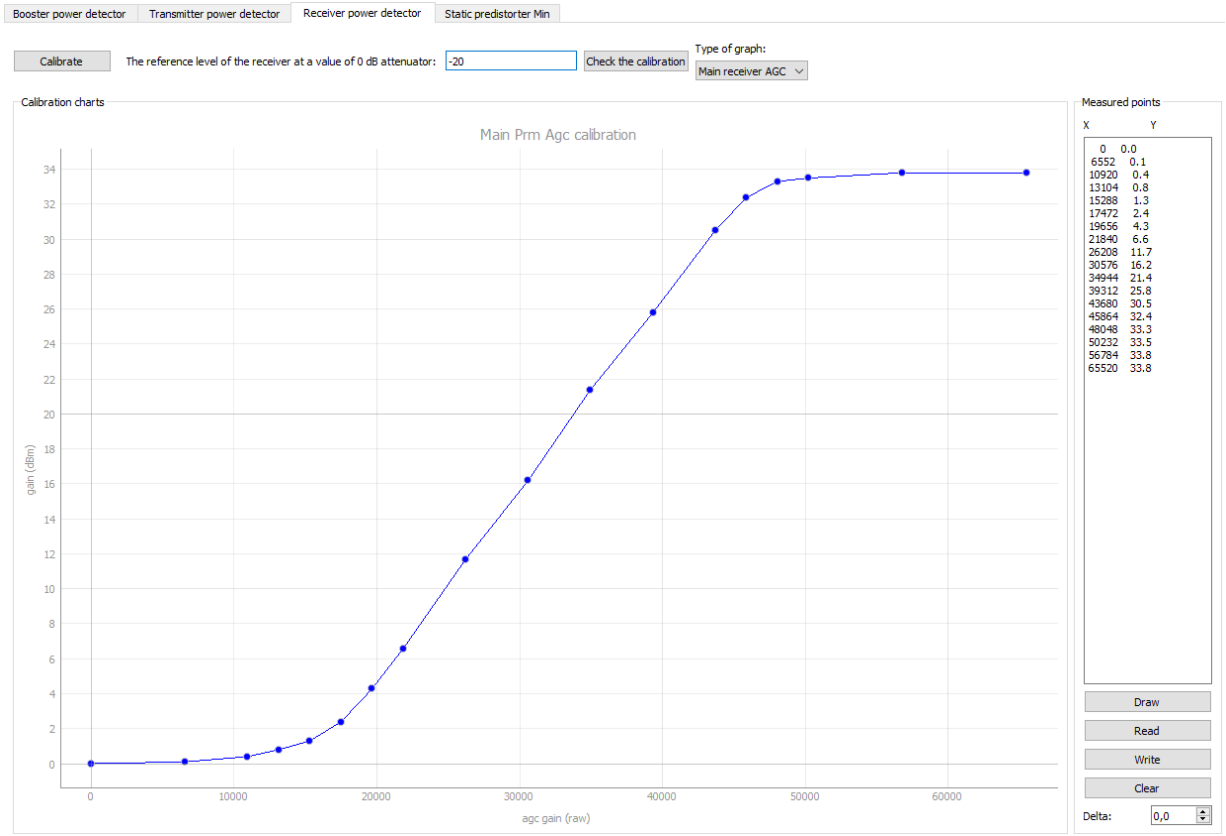


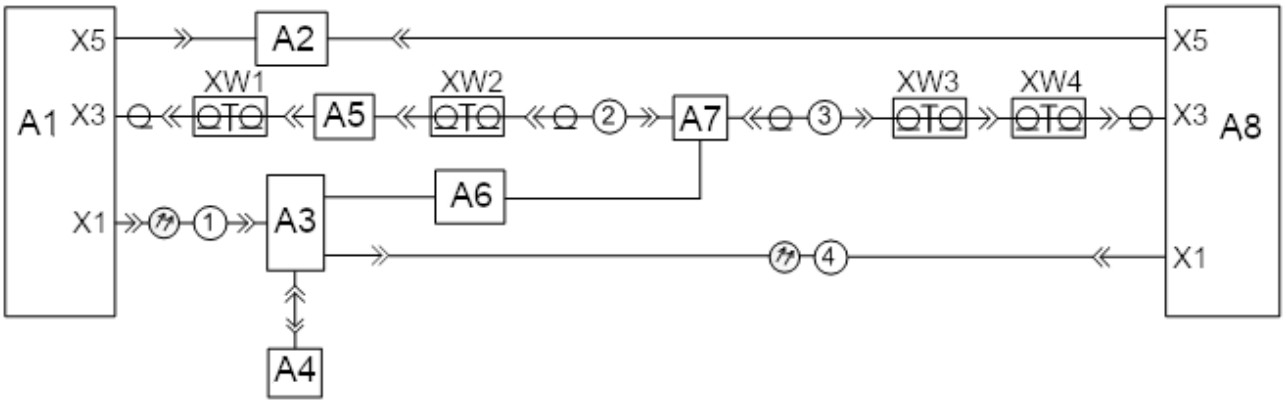
Рисунок 18

6.3.15 Для записи калибровочных характеристик нажать кнопку "Write".

6.3.16 Для проверки калибровки нажать кнопку "Check the calibration". Проверка осуществляется в автоматическом режиме. После окончания проверки выводится график с реальным значением входного уровня сигнала на соединителе X3 ППУ в зависимости от значения поданного сигнала и поля допуска.

6.4 Проверка чувствительности приёмника ППУ

6.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 19.



А1 – ППУ1;

А2 – источник питания;

А3 – модуль доступа МД1-1РУ+4С;

А4 – источник питания;

А5 – аттенюатор 40 дБ;

А6 – персональный компьютер;

А7 – аттенюатор перестраиваемый;

А8 – ППУ2;

XW1 – переход ПК2-18-11Р-01;

XW2, XW3 – переход ПК2-18-11-13Р;

XW4 – переход ПК2-18-11Р-01;

1, 4 – сборка кабельная оптическая;

2, 3 – кабель СВЧ КСА20А-13-13-1000

Рисунок 19

6.4.2 Подать с источников питания напряжение минус 48 В на соединитель Х5 ППУ и на модуль доступа МД1-1РУ+4С.

6.4.3 В специальном программном обеспечении "Мастер М" во вкладке "Конфигурация" установить полосу 28 МГц и скорость передачи 89,6 Мбит/с, вид модуляции 16-QAM на обоих ППУ.

6.4.4 Установить встречные частоты на обоих ППУ.

6.4.5 На аттенюаторе перестраиваемом установить значение ослабления 0 дБ.

6.4.6 В программе управления проконтролировать значение коэффициента ошибок в радиоканале FEC, которое должно равняться нулю. В случае если коэффициент ошибок в радиоканале FEC при виде модуляции 16-QAM не равен нулю, необходимо проверить приёмный тракт ППУ.

6.4.7 Измерить уровень на выходе перестраиваемого аттенюатора (на входе ППУ2) и, ориентируясь на этот уровень, установить такое значение перестраиваемого аттенюатора, чтобы уровень входного сигнала на входе каждого ППУ был минус (81 ± 2) дБм.

6.4.8 Проконтролировать значение коэффициента битовых ошибок BER с помощью встроенных средств контроля модуля доступа МД1-1РУ+4С. Значение коэффициента битовых ошибок BER должно быть не более $1 \cdot 10^{-6}$.

6.4.9 Повторить 6.4.4−6.4.8 для остальных видов модуляции. Требуемые уровни входного сигнала (чувствительности) приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Чувствительность на входе приёмника ППУ

Диапазон частот, ГГц	Вид модуляции	Чувствительность в полосе частот сигнала, дБм		Предельное отклонение
		28 МГц	56 МГц	
6,0; 6,5; 7,0; 8,0; 11,0, 13,0	16-QAM	-81	-78	+ 2
	32-QAM	-78	-75	
	64-QAM	-75	-72	
	128-QAM	-72	-69	
	256-QAM	-69	-66	
	512-QAM	-66	-63	
	1024-QAM	-63	-59	
15	16-QAM	-80	-77	
	32-QAM	-77	-74	
	64-QAM	-46	-71	
	128-QAM	-71	-68	
	256-QAM	-68	-65	
	512-QAM	-65	-62	
	1024-QAM	-62	-59	

6.5 Проверка работы ППУ по "шлейфу СВЧ":

6.5.1 Установить на выходе X3 ППУ аттенюатор 40 дБ.

6.5.2 В программе управления на вкладке "Modem control", в поле "Control" деактивировать чек-бокс "Modulator auto off" и в выпадающем списке "Modulator" выбрать значение "On". Установить вид модуляции 1024-QAM. Включить режим работы по сверхвысокочастотному (далее – СВЧ) шлейфу, выбрав в выпадающем списке "Loop" значение "Shl".

6.5.3 Установить выходную мощность ППУ:

– для частотных диапазонов 13 ГГц и 15 ГГц – 22 дБм

– для частотных диапазонов 6, 6.5, 7, 8, 11 ГГц – 23 дБм.

6.5.4 Для ЖНКЮ.464422.213 (01…09), ЖНКЮ.464422.214 (01…09), ЖНКЮ.464422.313 (01…05), ЖНКЮ.464422.314 (01…05), ЖНКЮ.464422.413 (01…03), ЖНКЮ.464422.414 (01…03), ЖНКЮ.464422.513 (01…05), ЖНКЮ.464422.514 (01…05), ЖНКЮ.464422.613 (01…03), ЖНКЮ.464422.614 (01…03) установить модуль шлейфа в соответствии со сборочным чертежом.

6.5.5 Для ППУ ЖНКЮ.464422.091 (-01:03), ЖНКЮ.464422.092 (-01:03) в случае необходимости подобрать значение токозадающего резистора R214 (ЖНКЮ.467769.022-11), до достижения коэффициента ошибок в радиоканале FEC не более $1 \cdot 10^{-4}$

6.5.6 Проконтролировать значение уровня СВЧ сигнала на входе приёмника.

6.5.7 Изменяя длину вывода модуля шлейфа, добиться значения уровня СВЧ сигнала на входе приёмника от минус 50 до минус 40 дБм.

6.5.8 Зафиксировать модуль шлейфа при помощи винтов в соответствии с со сборочным чертежом.

6.5.9 Проконтролировать значение уровня СВЧ сигнала на входе приёмника. Уровень СВЧ сигнала должен находиться в диапазоне от минус 50 до минус 40 дБм.

6.5.10 Используя внутренний отладчик через интерфейс UART (скорость соединения 921600) найти лучшее значение выходной мощности синтезатора частоты шлейфа изменяя параметр "SHL_LOOP" на вкладке "Flash memory" (после каждого изменения необходимо производить запись EEPROM). Коэффициент ошибок в радиоканале FEC не должен превышать $1 \cdot 10^{-4}$.

6.5.11 Проконтролировать уровень СВЧ сигнала на входе приёмника и коэффициент ошибок в радиоканале FEC для полосы частот 56 МГц и вида модуляции 1024-QAM.

Приложение А

(обязательное)

Перечень средств измерений, контрольного и вспомогательного оборудования

Т а б л и ц а А.1 – Средства измерений

Наименование	Метрологическая характеристика		Кол.
	Диапазон (измеряемое или воспроизводимое значение)	Погрешность, цена деления, класс точности	
Анализатор спектра Tektronix 494AP	от −105 до 20 дБм; от 50 кГц до 21 ГГц	± 4 дБ	1
Измеритель мощности М3М-18	от −40 до 10 дБм; от 0,01 до 18,00 ГГц	± 0,8 дБ	1
Мультиметр APPA 305	от 1 мкВ до 1000 В; от 1 мкА до 10 А	± (0,06 %+2 ед. счета); ± (0,2 %+4 ед. счета)	1
П р и м е ч а н и е – Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие требуемые метрологические характеристики.			

Т а б л и ц а А.2 – Контрольное и вспомогательное оборудования

Наименование	Характеристика	Кол.	Примечание
Аттенюатор 40 дБ	N "розетка"−N "вилка"	1	−
Аттенюатор перестраиваемый	SMA "розетка"−SMA "розетка"; от 0 до 81 дБ; от 4000 до 18000 МГц	1	−
Модуль доступа МД1-1РУ+ 4С ЖНКЮ.465624.029	−	1	−
Источник питания Mastech HY5003D-2	до 100 В	2	−
Кабель соединительный USB 2.0 A "вилка"−miniUSB 5pin "вилка"	−	2	Длина 1,8 м
Кабель соединительный USB A – USB B	−	1	Длина 1,8 м
Кабель СВЧ КСА20А-13-13-1000	3,5 мм "вилка"−3,5 мм "вилка"; от 1 до 18 ГГц	1	Длина от 100 см
Переход ПК2-18-11Р-13	N "розетка"–3,5 мм "вилка"; от 1 до 18 ГГц	1	−
Переход ПК2-18-11Р-01	N "розетка" - N "вилка"; от 1 до 18 ГГц	2	−
Переход ПК2-18-11-13Р	N "вилка"–3,5 мм "розетка"; от 1 до 18 ГГц	2	−
Переход ПК2-18-11Р-11Р	N "розетка" - N "розетка"; от 1000 до 18000 МГц	1	−
Персональный компьютер	Операционная система Windows XP/7/8; встроенные интерфейсы USB, Ethernet; специальное программное обеспечение "Мастер М"; программа управления "Graphit", сервисная утилита "Fluto"	1	−
Преобразователь интерфейса USB ЖНКЮ.468153.022	–	1	−
Сборка кабельная оптическая 09H02FGG-LB-A1/8P-3-5 NN Huber+Suhner	ODC "розетка"−LC "вилка"	2	−
П р и м е ч а н и е – Для контроля может применяться другое контрольное и вспомогательное оборудование, обеспечивающие требуемые характеристики.			

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
3	-	Все	-	-	-	ЖНКЮ.604-2023	–		

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв.№
Подп. и дата
Инв. № подл.